DAS HERZSKELETT VON SCHAF (OVIS ARIES) UND ZIEGE (CAPRA HIRCUS)

INGRID ARETZ

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535726_0001

Gesamtherstellung: MaroDruck, Bismarckstr. 7 1/2, 8900 Augsburg

Aus dem Institut für Tieranatomie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl: Professor Dr.B.Vollmerhaus

DAS HERZSKELETT VON SCHAF (OVIS ARIES) UND ZIEGE (CAPRA HIRCUS)

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Ingrid Aretz

aus

Wipperfürth

München 1981

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof.Dr.J.v.Sandersleben
Referent: Prof.Dr.B.Vollmerhaus
Korreferent: Prof.Dr.E.Dahme

Tag der Promotion: 24.Juli 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinem Mann

und

meinen Kindern

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung 2

2. Material und Methodik 6

3. Definition und Nomenklatur 10

4. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen 15

4.1. Anuli fibrosi arteriosi 15

4.1.1. Anulus fibrosus trunci pulmonalis 15

4.1.2. Anulus fibrosus aortae 20

4.2. Anuli fibrosi atrioventriculares 24

4.3. Herzskelett im engeren Sinn 31

4.3.1. Cartilago cordis dextra 32

4.3.1.1. Processus der Cartilago cordis dextra 33

4.3.2. Cartilago cordis sinistra 37

4.3.2.1. Processus der Cartilago cordis sinistra .. 37

4.4. Histologische Befunde an den Cartilagines cordis .. 40

4.5. Pars membranacea septi interventricularis 44

4.6. Annexus interarterialis cordis 47

4.7. Ligamentum aortico-venale cordis 50

5. Diskussion 51

6. Zusammenfassung/Summary 68

7. Literaturverzeichnis 70

1. Einleitung

Das Herz, seit HARVEY als zentrales Kreislauforgan erkannt, stand schon zu Beginn allen medizinischen Denkens im Mittelpunkt des Interesses. Daher verwundert es nicht, daß eine Fülle von Literatur zu diesem Thema erschienen ist. Während sich die Forschung, den technischen Gegebenheiten der jeweiligen Zeit entsprechend, anfänglich vor allem mit der makroskopischen Anatomie befasste, wurde diese in der Folgezeit durch mikroskopische und funktionelle Betrachtungsweisen abgelöst. Die neuesten Veröffentlichungen ergänzen das vorhandene Wissen vor allem durch elektronenmikroskopische Untersuchungen.
Die Erkenntnis, daß das Herz nicht nur aus einem aktiven Hohlmuskel, sondern auch aus passiven Elementen aufgebaut ist, geht auf die Beschreibung durch LOWER im Jahre 1669 zurück. Der Ausdruck H e r z s k e l e t t für diese passiven Strukturen wurde, wie TANDLER (1913) meint, wohl zuerst von POIRIER verwendet, wobei nicht bekannt ist, ob dieser den Namen eingeführt oder überliefert hat. Intensive Untersuchungen am Herzskelett wurden dann von JOSEPH (1858), HENLE (1868) und TANDLER (1913) durchgeführt. Die weitere historische Entwicklung bis hin zu den gegenwärtigen Kenntnissen über das Herzskelett vermittelt

SCHMACK (1974) in der Einleitung zu seiner Dissertation.

Erst zu Beginn des 20.Jahrhunderts wurden auch in der Veterinär-Anatomie Abhandlungen über das Herz und das Herzskelett der Haussäugetiere veröffentlicht. So schrieben z.B. MAIER(1904) über die elastischen Fasern des Herzens von Hund und Pferd, HAHN (1908) über die Anatomie der Kammerscheidewand unserer Haustiere, SCHUBERT (1909) über die Anatomie des Herzens der Haussäugetiere, STEINMÜLLER (1910) über Segel- und Taschenklappen und JARISCH (1911) über die Pars membranacea septi ventriculorum des Herzens. Über den mikroskopischen Bau der großen Herzgefäße erschienen Arbeiten von ANDERS (1920) bei Rind und Kalb, BOBKE (1920) beim Pferd, ZIEN (1920) bei den Karnivoren und SCHICK (1921) bei Schwein und Ziege. Die erste Veröffentlichung, die sich speziell mit dem Thema Herzskelett bei Haussäugetieren befasste, wurde von VAERST (1886) vorgelegt. Auf diesem Gebiet folgten dann Arbeiten von WELSCH (1921) über die Herzknorpel von Hund und Katze, GROSSMANN-HERRMANN(1923) über die Herzknochen der Hausrinder, HAUSOTTER(1923) über das Herzskelett der Haussäuger Pferd, Schwein, Hund und Katze, KATSCHINSKI (1923) über die Herzknorpel des Pferdes, sowie DAASCH (1925) über die Herzknorpel des Schweines. Neueren Datums ist die Dissertation von SCHMACK (1974), der über die Ventilebene des Herzens bei Pferd, Rind und Hund detailliert

Auskunft gibt. Neben diesen umfassenden Untersuchungen des Herzskeletts unserer Haussäugetiere gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen über entsprechende Verhältnisse bei anderen Tierarten. So erschienen z.B. Arbeiten über das Herz der Fledermäuse(GROSSER, 1901), des Bären (RETTERER / NEUVILLE, 1912), des Büffels (ZANNINI, 1918), des Flußpferdes (GOLDMANN, 1920), des Vogels (KERN, 1926), des Meerschweinchens (EGLI, 1927), des Kaninchens (KERN, 1927), des Hasen (BISCHOFSBERGER, 1929), des Wildschweins (GSCHWEND, 1931), des Hirschen (SPANGL, 1932), der Karnivoren (SIMIĆ, 1938), des Biebers (MÖHR, 1945), der Boviden (ALBRECHT , 1957), der Giraffe (LÖHE, 1957), des Löwen (SCHILLER, 1957) , der Primaten (FRICK, 1960) und der europäischen Wildwiederkäuer (Müller, 1976). Betrachtet man diese recht umfangreiche Literatur, so fällt auf, daß Veröffentlichungen über das Herz von Schaf und Ziege fast gänzlich fehlen. Die Verhältnisse beim kleinen Wiederkäuer werden lediglich im Zusammenhang mit Untersuchungen am Rinderherzen erwähnt. So finden sich einige wenige Hinweise auf das Schafherz bei VAERST (1886), HAHN (1908), JARISCH (1911), RETTERER/LELIEVRE (1912), ZANNINI (1918), HAUSOTTER (1923) und MAY (1970). Die einzige mir bekannte Abhandlung über das Herz der Ziege hat SCHICK (1921) vorgelegt. Desweiteren fällt auf, daß die bisherigen Veröffentlichungen nicht intensiv auf die alters- oder geschlechtsabhängigen Verän-

derungen des Herzskeletts eingehen. GROSSMANN - HERRMANN (1923) bestreitet eine Abhängigkeit seiner Befunde von Geschlecht und Alter der untersuchten Rinder, während KAISCHINSKI (1923) dies nach seinen Untersuchungen an Pferden für möglich hält. HAUSOTTER (1923) erwägt sogar eine Abhängigkeit von der Haltungsweise und Verwendung der Tiere, ALBRECHT (1957) eine solche vom Domestikationsgrad. Altersabhängige Modifikationen des Herzskeletts beschreiben VAERST (1886),DAASCH (1925),Albrecht(1957), BARASA/GOBETTO (1957) und Mueller 1976. Nähere Angaben über die Histogenese des Herzskeletts habe ich bei VAERST (1886), FAVORO (1912), RETTERER/LELIEVRE (1912) und BARASA/GORETTO (1957) gefunden.

Somit wurde mir als Ziel dieser Arbeit die Aufgabe gestellt, das Herzskelett von Schaf und Ziege im anatomischen Detail darzustellen und zu berücksichtigen, ob tierartliche Unterschiede sowie solche nach Geschlecht und Alter sich nachweisen lassen.

2. Material und Methodik

Das Untersuchungsmaterial bestand aus 28 Ziegen- und 18 Schafherzen mit folgender Alters- und Geschlechtsverteilung:

Alter	Ziege ♀	Ziege ♂	Schaf ♀	Schaf ♂
1 J.	2	1	1	-
1 1/4 J.	1	1	1	-
1 1/2 J.	3	-	-	4
1 3/4 J	2	1	2	-
2 J.und älter	12	5	10	-

Die Herzen stammten von Tieren, die für den Präparierkursus des Wintersemesters 1979/80 formalinfixiert worden waren. Bei dieser Fixierungsmethode wird das tiefnarkotisierte Tier entblutet, nach Eintritt des Todes in quadripeder Körperhaltung ausgebunden und über das Gefäßsystem mit 8 - 10%-iger Formalinlösung aufgefüllt.
2 bis 3 Monate später, d.h. nach Abschluß der entsprechenden Präparierstufe im Kursus, wurden die Herzen exenteriert und in 4%-iger Formalinlösung aufbewahrt.
Derart behandelte Herzen entsprechen in Form und Struktur den intra vitam Verhältnissen; Kollabierungsformen

werden vermieden. Lediglich die bei allen untersuchten Herzen zu beobachtende unterschiedliche Weite der Atrioventrikularöffnungen entspricht nicht den physiologischen Verhältnissen. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß sich die Muskulatur des rechten und linken Ventrikels beim Fixierungsvorgang in der Systole unterschiedlich stark kontrahiert.

Neben den formalinfixierten Herzen standen mir zwei frische Herzen zur Verfügung. Es zeigte sich aber, daß die Präparation und die Darstellung der verschiedenen Gewebearten am formalinfixierten Herzen wesentlich günstiger ist.

Die makroskopische Untersuchung begann ich in allen Fällen mit der Ablösung des Perikards. Das weitere präparatorische Vorgehen richtete sich dann nach den unterschiedlichen Fragestellungen.

Der Anulus fibrosus trunci pulmonalis wurde nach Abtrennung des Epikards und des perikonalen Fettgewebes an der Herzoberfläche sichtbar. Zur Darstellung des Anulus fibrosus aortae mußten die Vorhöfe vollständig abgetragen werden. Um die Ansatzlinie der Semilunarklappen oder die Verhältnisse des Filum tendineum intermedium an Aorta und Truncus pulmonalis zu untersuchen, durchtrennte ich die Arterienstämme proximal der Befestigungszipfel der Semilunarklappen und führte senkrecht dazu

Schnitte bis in die ventrikuläre Muskulatur. Zur Darstellung der Anuli fibrosi atrioventriculares waren zwei verschiedene Schnittführungen angezeigt. Zum ersten präparierte ich vom Sulcus coronarius aus herzlumenwärts und trennte so Vorhof und Kammer im Anulus fibrosus atrioventricularis. Bei der zweiten Methode führte ich in gleichmäßigen Abständen senkrechte Schnitte durch das atrioventrikuläre Grenzgebiet, nachdem ich Atrien und Ventrikel oberhalb bzw. unterhalb des Sulcus coronarius abgesetzt hatte. Diese Schnittführung erlaubte es,den Anulus fibrosus atrioventricularis im Querschnitt zu betrachten und seine Beziehung zu den Atrioventrikularklappen zu erkennen. Das H e r z s k e l e t t i m e n g e r e n S i n n, die Cartilagines cordis dextra et sinistra, wurde nach Abtrennung der Atrien in Höhe des Sulcus coronarius sichtbar. Durch den gleichen Präparationsvorgang ließ sich auch das Ligamentum aorticovenale cordis darstellen. Dagegen waren die Annexus interarterialis cordis ohne weitere präparatorische Schritte nach Entfernung des Herzbeutels isolierbar.

Als Ergänzung zur präparatorischen Methode wurde in vier Fällen versucht das Herzskelett im Aufhellungspräparat, hergestellt nach dem von ORSINI (1962) beschriebenen Verfahren, und nach vorheriger Färbung mit Alizarin darzustellen.

In sechs weiteren Fällen wurde das Herzskelett , teils nach vorheriger Entkalkung mit $FeCl_3$ 20g + 37%-iger HCl 80 ml + AQUA dest. 920 ml, im histologischen Schnitt dargestellt.

3. Definition und Nomenklatur

Für das Herzskelett und seine Bestandteile gibt es weder eine einheitliche Definition, noch eine einheitliche Nomenklatur. Lediglich die funktionelle Bedeutung des Herzskeletts wird im wesentlichen einheitlich beurteilt, indem ihm, wenn auch von den einzelnen Autoren unterschiedlich stark bewertet, drei Funktionen zugeschrieben werden: 1.Die Trennung von Vorkammer und Kammermuskulatur, 2. die Ansatzfunktion für das Myokard und 3.die Ansatzfunktion für die Atrioventrikularklappen.

Wie in der Einleitung zu dieser Arbeit bereits erwähnt, wurden Anteile des Herzskeletts schon im Jahre 1669 von LOWER beschrieben, während der Ausdruck H e r z - s k e l e t t wohl von POIRIER zum erstenmal verwendet wurde. Danach folgte imRahmen der human-anatomischen Forschung die detaillierte Beschreibung einzelner Herzskelettbestandteile. Die von den einzelnen Forschern gewählte Nomenklatur war dabei nicht einheitlich. So wurden die am längsten bekannten, heute als Anuli fibrosi atrioventriculares bezeichneten Herzskelettanteile von LOWER(1669) als Tendines cordis und von CRUVEILHIER(1874) als Zona atrioventricularis bezeichnet.HEMPEL(1827) und GURLT (1834) sprechen von einem Limbus, FREY (1867) von Anuli

fibrocartilaginei. Im Jahre 1868 beschreibt HENLE die Bindegewebsstrukturen, die zwischen den großen Arterien und dem Myokard eingefügt sind, als 'Arterienwurzel'. In der neueren Literatur werden sie als Anuli fibrosi arteriosi bezeichnet. Die von der Baseler Nomenklaturkomission als Trigona fibrosa definierten Bestandteile des Herzskeletts nennt HENLE (1868) Nodi valvulae artrioventriculares, während MALL (1911) sie als Aortenligamente bezeichnet. Von Wolff(1781) als Fila cartilaginea und von HENLE (1868) als Fila coronaria beschriebene Anteile werden von der Baseler Nomenklaturkomission nicht mehr aufgeführt. KREHL (1891), MAC CALLUM (1900) und MALL (1911) beschreiben als erste die Conussehne als zum Herzskelett zugehörig. Die Existenz des Septum membranaceum erwähnt SCHLIEMANN (1831) zum erstenmal. Die Namensgebung erfolgt durch REINHARD (1857).

TANDLER (1913) gibt eine erste Zusammenfassung der damals gültigen Nomenklatur der Herzskelettanteile, in dem er schreibt: 'Die Bestandteile des Herzskeletts sind folgende: das Septum membranaceum cordis, die Trigona fibrosa, die Fila coronaria, die Anuli fibrosi der Atrioventrikularklappen, die Anuli fibrosi der Ostia arteriosa oder die Arterienwurzeln und endlich die Conussehne'.

Dieser Überblick über die einzelnen Bestandteile des Herzskeletts entspricht jedoch zunächst ausschließlich den Verhältnissen am Herzen des Menschen. In der Veterinäranatomie war bis dahin der Ausdruck H e r z s k e l e t t noch nicht erwähnt worden. Erst HAUSOTTER (1923) greift das Thema auf und stellt, den Ausführungen TANDLERS folgend, einen Überblick über die entsprechenden Verhältnisse bei Pferd, Rind, Schwein, Hund und Katze zusammen. Hierbei ergeben sich, bedingt durch die tierartlichen Unterschiede und im Vergleich zum Herzen des Menschen, einige neue Benennungen. HAUSOTTER (1923) schreibt: 'so können wir das Skelett des Rindes ebenfalls als aus folgenden Teilen zusammengesetzt betrachten: 1. Anuli fibrosi der Atrioventrikularklappen, 2. Anuli fibrosi der Ostia arteriosa, 3. die beiden Herzknochen, 4. Processus tendineus aortae dexter resp. sinister, 5. Trigonum fibrosum dextrum et sinistrum, 6. Conussehne'. Die Schwierigkeiten, die sich auch nach dieser Definition für die Beschreibung des Herzskeletts unserer Haustiere ergeben, sind darauf zurückzuführen, daß sich die veterinäranatomische Darstellung immer an derjenigen des menschlichen Herzens orientierte und versucht hat, die Verhältnisse des Menschen auf das Tier zu übertragen. So werden in der PARISER NOMINA ANATOMICA (1966) wie auch in der NOMINA ANATOMICA VETERINARIA (1973) folgende Be-

griffe für das Herzskelett aufgeführt: Pars membranacea septi interventricularis, Trigona fibrosa und Anuli fibrosi. Lediglich die Bezeichnungen Cartilago cordis und Ossa cordis wurden als tierspezifische Ausdrücke ergänzt. Erst mit den Untersuchungen von SCHMACK (1974) über das Herzskelett der Haustiere Pferd, Rind und Hund wird die vorhandene Nomenklatur grundlegend geändert und ergänzt.

Auch die Definition des Oberbegriffes H e r z s k e l e t t war bisher wenig übereinstimmend. BARGMANN/DOERR (1963) definieren ' als Herzskelett ..... die Gesamtheit der zähen fibrösen Ringe und Rohrsegmente, welche die arteriellen und venösen Ostien umrahmen, und der sie verbindenden Stützgewebsbildungen'. Bei SCHWARZE / SCHRÖDER (1964) heißt es ' Die vier Ostien werden von bindegewebigen Faserringen, Anuli fibrosi, welche in ihrer Gesamtheit als Herzskelett bezeichnet werden, umkreist. Zu dem Herzskelett wird auch die Pars membranacea der Kammerscheidewand gerechnet.' BENNINGHOFF / GOERTTLER (1971) bezeichnen kurz ' die Verdichtung des Bindegewebes um die Ostien ... als Herzskelett'.

In Anlehnung an die von seinem Schüler SCHMACK (1974) ergänzte Nomenklatur, verfährt auch SCHUMMER (1976), indem er den Begriff H e r z s k e l e t t neu und wesentlich ausführlicher definiert ' Unter diesem Begriff werden teils aus Bindegewebe, teils aus Knorpel-

oder Knochensubstanz bestehende Strukturen und Bauelemente zusammengefaßt. Sie sind in die Grenzbereiche zwischen Aorta bzw. Truncus pulmonalis und Herz sowie zwischen Vorhof- und Ventrikelmuskulatur eingebaut und stellen eine wichtige Voraussetzung für den normalen Ablauf der Herzfunktion dar. Dabei handelt es sich um die sogenannten Anuli fibrosi und um das Herzskelett im engeren Sinn'. Diese Definition, die vergleichend-anatomischen Gegebenheiten gerecht wird, sowie die von SCHMACK (1974) verwendete Nomenklatur werde ich für meine folgenden Ausführungen übernehmen.

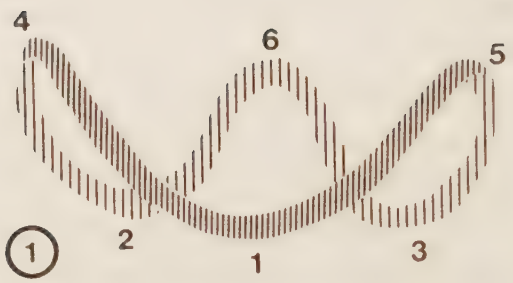
4. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen

4.1. Anuli fibrosi arteriosi

Die Existenz von fibrösen Ringen, Anuli fibrosi arteriosi, am Ursprung der beiden großen Herzarterien, des Truncus pulmonalis und der Aorta, ist bei allen Haussäugetieren schon seit langem bekannt. Sie werden Anulus fibrosus truncus pulmonalis und Anulus fibrosus aortae genannt. Sowohl in der älteren als auch in der neuen Literatur werden sie als Grenze zwischen arteriellen Gefäßen und Ventrikelmuskulatur aufgefasst.

4.1.1. Anulus fibrosus trunci pulmonalis (Textskizze 1)

Auf der Facies auricularis, zwischen rechtem und linkem Herzohr gelegen, tritt der Sinus trunci pulmonalis als eine blasenförmige, dünnwandige Ausbuchtung am Übergang vom Conus arteriosus in den Truncus pulmonalis hervor. Die Basis dieses Sinus wird von einem deutlich abgesetzten, hell erscheinenden, ca.4 mm breiten Ring gebildet, welcher den Anulus fibrosus trunci pulmonalis darstellt. Er bildet drei kammerwärts gerichtete Bögen, deren Konvexität auf der Facies auricularis (1) sowie rechts (2) und links (3) zwischen Aorta und Truncus pulmonalis liegen. Die pulmonaliswärts aufsteigenden



1 Arcus auricularis intermedius;
2 Arcus interarterialis dexter;
3 Arcus interarterialis sinister;
4 Vertex auricularis dexter;
5 Vertex auricularis sinister;
6 Vertex interarterialis;

Anulus fibrosus trunci pulmonalis
Ansicht von der Facies auricularis

Bogenschenkel verbinden sich über abgerundete Scheitelpunkte miteinander. Diese liegen jeweils dem rechten (4) und linken (5) Herzohr zugekehrt. Der dritte Scheitelpunkt (6) befindet sich der Aorta direkt gegenüber. SCHMACK (1974) beschreibt die Bögen als Arcus und die Scheitelpunkte als Vertex und verwendet in Anlehnung an die Herznomenklatur von PREUSS (1955) folgende Termini technici: Arcus auricularis intermedius (1), Arcus interarterialis dexter (2), Arcus interarterialis sinister (3), Vertex auricularis dexter (4), Vertex auricularis sinister (5), Vertex interarterialis (6). Die charakteristisch girlandenförmige Anordnung des Anulus fibrosus bezeichnet SCHMACK (1974) als dreifußartigen Aufsatz des Truncus pulmonalis auf den Ventrikelkonus.

Auch bei Schaf und Ziege läßt sich diese Anordnung des Anulus fibrosus trunci pulmonalis beschreiben, wenn auch

Arcus und Vertices nicht immer so deutlich ausgeprägt sind, wie von SCHMACK (1974) für die von ihm untersuchten Tierarten dargestellt. Entgegen den Verhältnissen beim Rind, bei dem nach SCHMACK (1974) ein Teil dieses Anulus fibrosus von Ventrikelmuskulatur überdeckt ist, ist beim Schaf- und Ziegenherz der Anulus fibrosus trunci pulmonalis in seiner gesamten Zirkumferenz durch das Epicard sichtbar. Auf Schnitten durch den Anulus fibrosus trunci pulmonalis wird deutlich, daß er, verglichen mit der Ventrikelmuskulatur und der Gefäßwand, wesentlich dünner ist, daß er aber eine feste fast knorpelartige Konsistenz aufweist. Der Anulus fibrosus ist schräg zwischen Ventriculus dexter und Truncus pulmonalis eingeschoben; ANDERS (1920) beim Rind und SCHICK (1921) bei der Ziege erklären dies auf Grund ihrer mikroskopischen Untersuchungen damit, daß die Media des Truncus pulmonalis mehr oder weniger keilförmig am Faserring endet. Dabei ist sowohl die Grenze zwischen Media und Anulus fibrosus als auch zwischen Anulus fibrosus und Ventrikelmuskulatur nicht gradlinig begrenzt, sondern nach ANDERS (1920) 'ausgebuchtet' und 'ausgezackt'. Aus diesem Grund läßt sich ein einheitliches Maß für die Breite des Anulus fibrosus nicht angeben.

Dem dreibogigen Verlauf des Faserrings entspricht die Ansatzlinie der Semilunarklappen.Sie beschreibt ebenfalls drei kammerwärts gerichtete Bögen und drei gefäßwärts ge-

richtete Scheitelpunkte(siehe Textskizze 2). Dabei überkreuzt die Befestigungslinie der Semilunarklappen den Anulus fibrosus jeweils paarig in der Nähe der Scheitelpunkte, so daß die Konvexität der Ansatzlinie ca. 1 mm unter der Konvexität des Arcus liegt, während sich ihre Scheitelpunkte ca. 1 mm oberhalb der anulären Vertices befinden.

1 Anulus fibrosus trunci pulmonalis mit Arcus und Vertices;
2 Ansatzlinie der Semilunarklappen;

2

Anulus fibrosus trunci pulmonalis
Ansicht von der Facies auricularis

Die Semilunarklappen inserieren somit in ihrem gefäßwärts gerichteten Teil direkt an der Pulmonaliswand, überkreuzen dann stumpfwinklig den Anulus fibrosus und verbinden sich in ihrem kammerwärtigen Teil mit der konalen Vertrikelmuskulatur. Daraus ergibt sich eine den Anulus fibrosus ergänzende feste Verbindung zwischen Truncus pulmonalis und rechtem Ventrikel.

Als drittes Verbindungssystem wird von SCHMACK (1974) eine Sonderbildung des Anulus fibrosus beschrieben, die er Filum tendineum intermedium nennt. Ich konnte sie in der von ihm beschriebenen Form am Herzen des kleinen Wiederkäuers nicht nachweisen. Nur in einigen Fällen gelang es mir, eine fadenförmige Bindegewebsverdickung am Grund des Sinus valsalvae darzustellen (siehe Textskizze 3). Diese fand sich, wenn überhaupt, im Arcus interarterialis sinister, andeutungsweise auch einmal im Arcus interarterialis dexter, während sie im Arcus intermedius nicht auftrat. Als bogenförmige Erhebung endet sie vor oder am Kreuzungspunkt des Anulus fibrosus mit dem Semilunarklappenansatz und stellt den unteren Rand des Faserrings dar. Eine Weiterführung bis in den Vertex der Semilunarklappenansatzlinie, wie SCHMACK (1974) sie beschreibt, konnte ich in keinem Fall nachweisen.

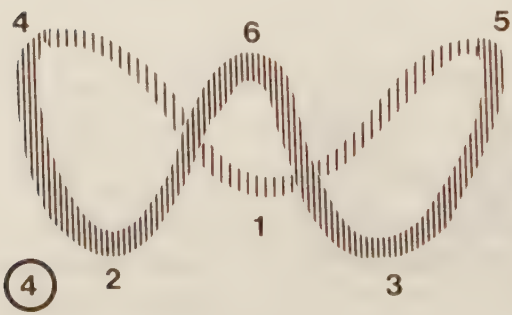
1 Anulus fibrosus trunci pulmonalis;
2 Ansatzlinie der Semilunarklappen;
3 Bindegewebeverdichtung im Arcus interarterialis dexter und sinister;

(3)

Anulus fibrosus trunci pulmonalis
Ansicht von der Facies auricularis

4.1.2 Anulus fibrosus aortae (Textskizze 4)

Aufbau und Anordnung des aortalen Faserringes unterscheiden sich nicht wesentlich von dem des Truncus pulmonalis. Auch hier liegt ein girlandenförmiger Verlauf mit drei Scheitelpunkten und drei sie verbindenden kammerwärts gerichteten Bögen vor. Der schon beim Anulus fibrosus trunci pulmonalis aufgeführten Nomenklatur gemäß, werden auch hier folgende Termini technici verwendet: Arcus supraseptalis intermedius (1), Arcus interarterialis dexter (2), Arcus interarterialis sinister (3), Vertex supraseptalis dexter (4), Vertex supraseptalis sinister (5), und Vertex interarterialis (6). Aus dieser Nomenklatur und der Textskizze 4 läßt sich der Verlauf des Anulus fibrosus aortae unschwer erkennen.



1 Arcus supraseptalis intermedius;
2 Arcus interarterialis dexter;
3 Arcus interarterialis sinister;
4 Vertex supraseptalis dexter;
5 Vertex supraseptalis sinister;
6 Vertex interarterialis;

Ansicht von der Facies auricularis

Zur genauen Lokalisation kann ergänzend gesagt werden, daß die tiefste Konvexität des Arcus supraseptalis intermedius (1) unter dem Abgang des noch zu besprechenden Ligamentum aorticovenale cordis, die des Arcus interarterialis dexter (2) unter dem Abgang der A.coronaria dextra und die des Arcus interarterialis sinister (3) unter dem Abgang der A.coronaria sinistra liegt.
Nach den histologischen Untersuchungen von ANDERS (1920) und SCHICK (1921) endet, wie schon beim Truncus pulmonalis beschrieben, auch bei der Aorta die Media des Gefäßes keilförmig im Anulus fibrosus. Durch diese spezielle Form der Verankerung, bei der Ausläufer des anulären Gewebes sowohl in die Media als auch ins Myokard eindringen, ist auch hier keine exakte Abgrenzung und somit keine Breitenangabe des Faserringes möglich.
Die girlandenförmige Ursprungslinie der Semilunarklappen mit ihrer Verankerung sowohl am Arterienrohr als auch nach Überkreuzung des Anulus fibrosus an der Ventrikelmuskulatur, entspricht grundsätzlich den Verhältnissen am Truncus pulmonalis (siehe Textskizze 5).
Die von SCHMACK (1974) beschriebene Sonderbildung, das Filum tendineum intermedium, konnte ich auch an der Aorta nicht in dem beschriebenen Umfang nachweisen.

1 Anulus fibrosus aortae;

2 Ansatzlinie der Semilunarklappen;

(5)

Anulus fibrosus aortae
Ansicht von der Facies auricularis

Eine fadenförmige Bindegewebsverdickung, die dem Verlauf des Anulus fibrosus folgt, fand ich ausschließlich im Arcus interarterialis dexter. Sie endet vor oder am Kreuzungspunkt von Anulus fibrosus und Semilunarklappenansatzlinie.

Neben den geschilderten Übereinstimmungen beider Anuli fibrosi gibt es einige Unterschiede, die offensichtlich durch die zentrale Lage der Aorta in Bezug zum Herz und zum Herzskelett bedingt sind. So ist der Anulus fibrosus aortae wesentlich fester ausgebildet als der pulmonale Faserring. Dies ist zum einen durch die stärkere Austriebskraft, zum anderen durch die Masse der inserierenden Ventrikelmuskulatur zu erklären. Ebenso werden auch die

Sinus valsalvae in viel stärkerem Maße von Muskulatur gestüzt, als dies am Truncus pulmonalis der Fall ist. Im Bereich des Arcus interarterialis dexter ist der Anulus fibrosus aortae außen vollständig von Herzmuskulatur bedeckt. Dagegen ist er im Bereich des Vertex supraseptalis sinister, wo Aorta und Cuspis septalis der Valva atrioventricularis sinistra benachbart sind, nur in seltenen Fällen zu isolieren; Ventrikelmuskulatur findet hier keinen Ansatz . Somit läßt sich hier sein Verlauf nur an der Insertionslinie der atrialen Muskulatur bestimmen.
Die differenzierten Verhältnisse des Anulus fibrosus aortae stehen letztlich auch mit seiner direkten oder indirekten Verbindung zu allen übrigen Anteilen des Herzskeletts in Zusammenhang. Diese Verbindungen werden im weiteren bei den speziellen Herzskelettanteilen näher besprochen.

4.2. Anuli fibrosi atrioventriculares (Textskizze 6)

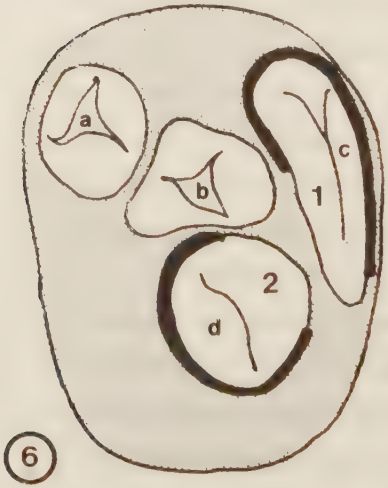
Die Anuli fibrosi atrioventriculares stellen nach allgemeiner Auffassung die funktionelle und morphologische Grenze zwischen Vorhof und Kammermuskulatur dar. Sie stehen in enger Beziehung zu den hier ansetzenden Segelklappen, den Valvae atrioventriculares dextra et sinistra.

Der Lage des Sulcus coronarius entsprechend, der äußerlich die Trennung von Vorhof und Kammer andeutet, liegen herzlumenwärts die Anuli fibrosi atrioventriculares. Es handelt sich hierbei um Faserringe, die zwischen den Muskelwülsten von Atrium und Ventrikel eingeschoben sind und die beiden Atrioventrikularostien umranden. Die Muskelfasern der Vorhöfe und der Ventrikel bilden getrennte Netzwerke, die bei der Präparation in Höhe des Sulcus coronarius unversehrt erhalten bleiben. Das Bindegewebe der Faserringe haftet sowohl am ventrikulären als auch am atrialen Muskelkamm, ohne von diesem isolierbar zu sein. Diese feste Verbindung entsteht dadurch, daß sich das Bindegewebe sowohl mit dem Interstitium des epikardialen Fettgewebes als auch mit dem interstitiellen Bindegewebe der Atrien und Ventrikel verbindet; außerdem ziehen die Bindegewebsfasern der Klappenplatten in bzw.durch den Anulus fibrosus (s.u.). Die Muskelfasernetze inserieren

über kurze Sehnen am Anulus fibrosus. Der genaue histologische Aufbau der Anuli fibrosi atrioventriculares und ihre Beziehung zum epikardialen Fettgewebe, zum Myokard von Atrium und Ventrikel, sowie zu den Valvae atrioventriculares ist häufig beschrieben worden. Die ersten umfassenden Untersuchungen führten JOSEPH (1858), HENLE (1868) und SUSSDORF (1887) durch, dann folgten MAIER (1904), STEINMÜLLER (1910), BENNINGHOFF (1930) und DEBRUNNER (1949). Auch neuere Lehrbücher z.B. BARGMANN/DOERR (1963) und GRAU/WALTER (1967) übernehmen diese Ansicht. Obwohl es sich hierbei um Literatur sowohl aus der Human- als auch aus der Veterinär-Anatomie handelt, stimmen die Ergebnisse weitgehend überein.

Der Anulus fibrosus atrioventricularis dexter und der Anulus fibrosus atrioventricularis sinister sind in ihrem Aufbau und in ihrer Anordnung prinzipiell identisch. Beide Faserringe sind nicht durchgehend zu isolieren, da bei jedem innerhalb seiner Zirkumferenz Stärke, Dicke, Höhe sowie der Neigungswinkel ständig variieren. Stellenweise bilden sie bandartige, weißlich-glänzende Überzüge auf dem Muskelwulst der Ventrikel, andernorts sind sie so dünn, daß sie ihre Abgrenzbarkeit fast völlig verlieren und nur noch durch den Anheftungsrand der Klappen markiert sind. Im Querschnitt kann der Anulus fibrosus von rund über prismatisch bis flach alle

Formen annehmen. Ebenso verändert sich ständig seine Position im Verhältnis zum Muskelkamm des Ventrikels sowie zu dem Winkel, den er mit den hier ansetzenden Klappensegeln bildet. Generell läßt sich eine genaue Lokalisation oder ein bestimmtes Verteilungsmuster für die verschiedenen Formen nicht angeben. Zwei Variationsformen treten allerdings gehäuft auf. Im peripheren Abschnitt der Zirkumferenz der Ostia atrioventricularia bedeckt der Anulus fibrosus den inneren Rand des Ventrikelkamms, so daß die atriale Muskulatur in die ventrikuläre Muskulatur eingefügt erscheint. (siehe Textskizze 6)



6

Basis eines Ziegenherzens

a Ostium trunci pulmonalis ;
b Ostium aortae;
c Ostium atrioventriculare dextrum;
d Ostium atrioventriculare sinistrum;
A Anulus atrioventricularis dexter;
B Anulus atrioventricularis sinister;
1 Cuspis septalis valvae tricuspidalis;
2 Cuspis septalis valvae bicuspidalis;

Im Bereich des Septum interventriculare sind die septumständigen Segelklappen, Cuspis septalis valvae tricuspidalis (1) und Cuspis septalis valvae bicuspidalis (2), an ihrem Ursprung häufig für einige Millimeter mit der Scheidewand fest verbunden, so daß die Klappe hier unterhalb des Anulus fibrosus zu entspringen scheint.

Daß die Atrioventrikularklappen an den Anuli fibrosi atrioventriculares entspringen, ist in der Fachliteratur unbestritten. Bei meinen Untersuchungen fand ich für Schaf und Ziege bestätigt, daß die Segelklappen an ihrem Ursprung ein zusammenhängendes Ganzes bilden und mit dem Innenrand der Anuli fibrosi in Verbindung stehen. Dies ist aber nicht die einzige Befestigungsform der Klappensegel. Wie schon oben beschrieben, gibt es vor allem im Bereich des Septum interventriculare flächenförmige Verklebungen zwischen Klappenbasis und Ventrikelwand; an anderen Stellen reicht die Kammermuskulatur mit einzelnen Trabekeln bis auf die Unterseite der Klappe.Vor allem an den peripheren Zirkumferenzen treten häufig Bindegewebszüge auf, die an der Unterseite der Klappensegel bis zu den Chordae tendineae zu verfolgen sind. Sie inserieren gewölbeartig an der Ventrikelwand oder am Anulus fibrosus.

Die Verbindung zwischen den Anuli fibrosi atrioventriculares und der Muskulatur der Atrien ist wesentlich weniger fest, als dies bei der vergleichsweise innigen Befestigung zwischen Atrioventrikularklappen, Anuli fibrosi atrioventriculares und Ventrikelmuskulatur der Fall ist.
Die Existenz des von SCHMACK (1974) beschriebenen Filum anuli fibrosi atrioventricularis, ein nach seinen Angaben aus Faserzügen der Chordae tendineae zusammengesetzter stabilisierender Anteil des Anulus fibrosus atrioventricularis, kann ich für den kleinen Wiederkäuernicht bestätigen. Ich fand bei den von mir untersuchten Herzen am Ventrikelkamm des linken Ostium atrioventriculare sehnige Verdichtungen ähnlich der von SCHMACK (1974) beschrieben. Einen Zusammenhang zwischen diesen Strukturen und dem Anulus fibrosus selbst konnte ich aber nicht nachweisen. Eindeutig ist hingegen, daß trotz wechselnder Lokalisation diese Verdichtungen immer dort auftreten, wo besonders viele Faseranteile der Chordae tendineae direkt an der Ventrikelwand inserieren.
Der rechte und linke Anulus fibrosus atrioventricularis sind aber nicht nur als zwischen Vorhof und Kammer eingeschobene bindegewebigen Ringe gekennzeichnet. Über große Strecken ihrer Zirkumferenzen werden die Faserringe durch feste bläulich-weiß glänzende Sehnenfasern ergänzt. Es handelt sich hierbei um Ausläufer der zum Herzskelett im engeren Sinne gehörenden Herzknorpel oder Herzknochen, mit

denen sie (s.u.) besprochen werden sollen. Die beschriebenen anulären Strukturverhältnisse treffen für beide Herzhälften zu, mit Ausnahme der Abweichungen im Bereich der Cuspes septalis beider Valvae atrioventriculares.

Der Anulus fibrosus atrioventricularis dexter ist im Bereich der Cuspis septalis der Valva atrioventricularis dextra erheblich verbreitert und nimmt den oberen Teil der Klappenbasis ein. Die Segelklappe ist hier fest mit der Ventrikelwand verbunden. Dies ist die einzige Stelle, an der die modifizierten Herzmuskelfasern des Reizleitungssystems, das Atrioventrikularbündel, den Anulus fibrosus durchbrechen und eine Verbindung zwischen rechtem Ventrikel und Atrium herstellen.

Die Besonderheit des Anulus fibrosus atrioventricularis sinister ergibt sich dadurch, daß der ventrikuläre Muskelring im Bereich der Cuspis septalis der Valva atrioventricularis sinistra unterbrochen ist. Das tendinöse Septum ventriculo-conale aortale stellt hier die Scheidewand zwischen Einströmungs- und Ausströmungsbahn des linken Ventrikels dar. Wie schon bei der Beschreibung des Anulus fibrosus aortae gesagt, läßt sich hier der Übergang von Aorta und Cuspis septalis nur anhand der an dieser Stelle inserierenden Vorhofmuskulatur bestimmen. Bei makroskopischer Betrachtung scheint der linke Anulus fibrosus rechts und links des Septum ventriculo-conale

aortale zu enden. Nach mikroskopischen Untersuchungen wird jedoch bestätigt, daß der Anulus fibrosus sich in die Bindegewebsplatte des Septum ventriculo-conale aortale zwischen die Tunica intima der Aorta und das Endocard des Vorhofes fortsetzt (RAUBER/KOPSCH ,1948). Beide Anuli fibrosi stellen also trotz topographisch bedingter Modifikationen geschlossene Ringstrukturen dar.

4.3 Das Herzskelett im engeren Sinn

Das von [illegible] (1974) geprägte Kunstwort „Herzskelett im engeren Sinn" umfaßt auch bei Schaf und Ziege bindegewebige, knorpelige und knöcherne Strukturen, die in unmittelbarer Nähe des Aortenursprungs gelegen sind. Dabei sind die Übergänge von einer Gewebsart in die andere durch makroskopische Untersuchungen nur ungenau zu bestimmen, selbst durch histologische Untersuchungen ergeben sich nicht immer eindeutige Grenzen. FRICK (1956) weist darauf hin, daß man in den Trigonis fibrosis neben vesikulösem oder chondroidem Gewebe, auch hyalinen Knorpel oder Knochengewebe, einzeln oder kombiniert antreffen kann. BARASA/[illegible] (1957) fanden, daß die Übergänge von Knorpel und angrenzendem fibrösem Gewebe undeutlich sind. BÄSLER (1925) hat bei seiner Untersuchung über die Herzknorpel des Rindes folgende Erfahrung gemacht: 'Makroskopisch tritt uns die Herzknorpel infolge ihres glänzend grau weißen Aussehens und ihrer biegsamen Beschaffenheit in jedem Falle, soweit nicht Verkalkungen und Verknöcherungen eingetreten waren, für Knorpel. Die mikroskopische Untersuchung stimmte nicht in allen Fällen mit der makroskopischen Feststellung überein. In verhältnismäßig zahlreichen Fällen, besonders bei jungen Tieren, fand ich kein Knorpelgewebe sondern ausschließlich straffes Bindegewebe, daß makroskopisch den Eindruck von Knorpelgewebe erweckte.'

Cartilago cordis

Bei Schaf und Ziege finden sich zwei Herzknorpel,die Cartilago cordis dextra et sinistra, die sowohl in ihrer Form als auch in ihrer Lage den von SCHMACK (1974) beschriebenen Herzknochen des Rindes, Ossa cordis dextrum et sinistrum, fast völlig entsprechen. Neben diesen beiden Herzknorpeln sind aber auch bindegewebige Strukturen stark ausgebildet.

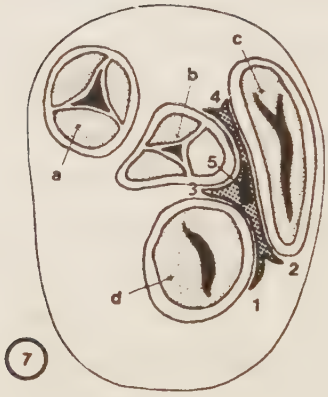
4.3.1. Cartilago cordis dextra (Textskizze 7)

Die Cartilago cordis dextra hat ähnlich wie das Os cordis dextrum nahezu rhombische Gestalt. Sein zentraler mehr dreiseitiger Teil wird je nach seinem Gewebecharakter in der Literatur als Trigonum fibrosum, Trigonum tendineum oder Trigonum osseum bezeichnet. Beim kleinen Wiederkäuer kann man analog dazu von einem Trigonum cartilagineum (5) sprechen. Von diesem Zentrum aus lassen sich mehr oder weniger deutlich vier Fortsätze, Processus, verfolgen, die [illegible] sehnige und bindegewebige Fasern aus[illegible]. Die Cartilago cordis dextra liegt zwischen Septum interatriale und Septum interventriculare dem Kamm des Ventrikelseptums in seiner ganzen Breite auf. Während sie mit ihrem konkaven Rand den Ursprung der Aorta im Bereich des Arcus supraseptalis intermedius unter dem Abgang des Ligamentum aortico-venale cordis umfaßt , teilt sie sich am

Übergang der Ventrikelzirkumferenzen vom septalen Bereich auf die Facies atrialis in zwei Processus. Der auf dem Septumkamm verlaufende Abschnitt der Cartilago cordis dextra verankert sich einerseits über kurze Bindegewebszüge rechts und links im Interstitium der Septummuskulatur, andererseits inseriert die septale Muskulatur ihrerseits zum größten Teil an der rauhen Unterseite der Cartilago cordis dextra, wie aus Querschnitten dieses Bereiches hervorgeht. Diese Querschnitte zeigen weiterhin deutlich, daß die Dicke, die Breite und die Struktur der Cartilago cordis stark variiert. In einigen Fällen fand ich ein- oder zweiteilige Knorpelanschnitte von dreieckiger, elliptischer oder poligonaler Form, in anderen Fällen fand ich zentrale Verknocherungen, die in Knorpelsubstanz eingebettet erscheinen und zum Teil Markhöhlen aufweisen.

4.3.1.1. Processus der Cartilago cordis dextra

Der dem Ostium atrioventriculare sinistrum benachbarte Fortsatz der Cartilago cordis dextra, der Processus parietalis dexter (), entspricht einem gleichnamigen Fortsatz des Os cordis dextrum des Rindes. Er läuft in knorpelharte, weißlich glänzende Fasern aus, die sich dem Rand des Ostium atrioventriculare sinistrum anlegen. Sie lösen sich am Übergang zur Facies atrialis in Bindegewebsfasern auf und



7

a Ostium trunci pulmonalis;
b Ostium aortae;
c Ostium atrioventriculare dextrum;
d Ostium atrioventriculare sinistrum;
1 Processus parietalis dexter;
2 Processus accessorius;
3 Processus septalis ventriculo-conalis dexter;
4 Processus septalis interventricularis;
5 Trigonum cartilagineum ;

Cartilago cordis dextra
Ansicht von der Facies atrialis

sind dann nicht mehr vom Anulus fibrosus atrioventricularis zu trennen.

Der dem Ostium atrioventriculare dextrum benachbarte Fortsatz, der Processus accessorius (2) , ist etwas kürzer als der zuvor beschriebene . Der Hauptteil seiner sehnigen Ausläufer fächert sich in die Cuspis septalis der Valva atrioventricularis dextra auf, wo einzelne Fasern bis in die Chordae tendineae zu verfolgen sind. Die übrigen Fasern folgen dem Anulus fibrosus atrioventricularis dexter und lassen sich, wie an der gegenüberliegenden Seite, nach

kurzer Strecke nicht mehr von diesem trennen.
Neben diesen beiden auf dem Septum interventriculare liegenden Processus lassen sich zwei weitere vom Trigonum cartilagineum ausgehende Fortsätze isolieren, die den Aortenkonus auf dessen der Facies atrialis zugekehrten Hälfte rechts und links umfassen.
Der Processus septalis ventriculo-conalis dexter (3) zieht als gebogener Knorpelast parallel zum Anulus fibrosus atrioventricularis sinister und endet am Ansatz des Septum ventriculo-conale aortale. Seine Faserausläufer lassen sich nur eine kurze Strecke in das Septum hinein verfolgen.
Der Processus septalis interventricularis (4) ist auch beim kleinen Wiederkäuer der am stärksten ausgebildete Fortsatz. Er ist nahezu vertikal gestellt und zieht, dem aortalen Konus folgend und dem Anulus fibrosus aortae angelegt, bis nahe an den Ursprung der A.coronaria dextra. Die genaue Ausdehnung variiert selbst innerhalb einer Altersgruppe erheblich. Sein Endabschnitt ist unregelmäßig gezackt. Eine Zweiteilung wie beim Processus septalis interventricularis des Os cordis dextrum des Rindes ist meist nur angedeutet. Der proximale Rand des Knorpelastes ist eng mit dem Anulus fibrosus aortae und mit der Ansatzlinie der Valvula semilunaris septalis aortae verbunden. Eine deutliche Trennung, die den Anulus fibrosus aortae und den Processus als zwei völlig voneinander getrennte Systeme ausweist, wie SCHMACK (1974) das für die

Verhältnisse beim Rind darstellt, konnte ich nicht nachweisen. Vielmehr möchte ich mich der Darstellung von ANDERS (1920) anschließen, nach welcher der Herzknorpel im Anulus fibrosus liegt und sich sowohl kammerwärts als auch aortawärts ausdehnt. Mit seinem distalen Rand verläuft der Knorpelast parallel zum Ostium atrioventriculare dextrum. Vernetzungsstrukturen sind auch hier nicht auszuschließen. In einigen Fällen fand ich im Zentrum des Processus septalis interventricularis Verknöcherungen, die sich kammartig vom Knorpelast abheben, und in der gleichen Längsachse wie dieser verlaufen. Einen ähnlichen in den Knorpel eingebetteten Knochen beschreibt VAERST (1886) bei einem zweijährigen Hammel.

4.3.2 Cartilago cordis sinistra (Textskizze 8)

Die Cartilago cordis sinistra ist wesentlich kleiner als die Cartilago cordis dextra und von ganz unterschiedlicher Form. Manchmal ist sie bandartig, manchmal nahezu dreieckig. Häufig scheint sie nur aus straffem Bindegewebe zu bestehen, ohne daß knorpelige Strukturen nachweisbar sind. Verknöcherungen konnte ich in keinem der untersuchten Fälle nachweisen.

4.3.2.1. Processus der Cartilago cordis sinistra

Der Hauptteil der Cartilago cordis sinistra, der analog zur Cartilago cordis dextra ebenfalls als Trigonum cartilagineum bezeichnet werden kann, liegt dem Arcus interarterialis sinister anuli fibrosi aortae unterhalb des Ursprungs der A.coronaria sinistra als schmales Band an (1). Auch hier konnte ich keine exakte Trennung zwischen Trigonum cartilagineum, dem Anulus fibrosus aortae und der Ansatzlinie der Valva semilunaris sinistra aortae nachweisen. Direkt vom Trigonum cartilagineum aus, mit diesem eine nahezu dreieckige Fläche bildend, ziehen Fasern auf den hier recht breiten Ventrikelkamm, und verankern sich im Interstitium der Ventrikelmuskulatur, wobei sie auch dem entsprechenden Teil der Kammermuskulatur zum Ansatz dienen.

a Ostium trunci pulmonalis;
b Ostium aortae;
c Ostium atrioventriculare dextrum;
d Ostium atrioventriculare sinistrum;
1 Trigonum cartilagineum;
2 Processus paraconalis;
3 Processus parietalis sinister;
4 Processus septalis ventriculoconalis sinister.

Cartilago cordis sinistra
Ansicht von der Facies atrialis

Vom zentralen Teil der Cartilago cordis sinistra aus ziehen Fasern, analog zur Nomenklatur des Os cordis sinistrum des Rindes als Processus paraconalis bezeichnet, interkonal in das noch zu besprechende Chiasma anuli fibrosi arteriosi (2).

Ein zweiter Ausläufer, Processus parietalis sinister (3), der meist deutlich tendinösen Charakter hat, umgreift das

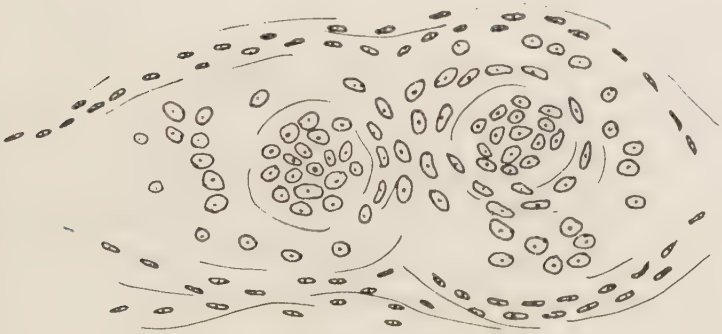
Ostium atrioventriculare sinistrum an seiner aurikulären Zirkumferenz und verliert sich in Höhe des Margo obtusus zwischen den Fasern des Anulus fibrosus atrioventricularis sinister.

Einige wenige Fasern, Processus septalis ventriculo-conalis sinister benannt, verlieren sich nach kurzem Verlauf im Septum ventriculo-conale aortale (4). Eine Verbindung mit den Fasern, die von der Cartilago cordis dextra aus in das Septum einstrahlen, konnte ich makroskopisch nicht feststellen.

4.4. Histologische Befunde an den Cartilagines cordis

Zur Charakterisierung des Gewebes, das am Aufbau des Herzskeletts im engeren Sinn beteiligt ist, wurden histologische Untersuchungen bei Tieren unterschiedlichen Alters durchgeführt. Eine lückenlose Histogenese zu beschreiben, ist mir nicht möglich. Doch sollen im folgenden einige Zustandsbilder dargestellt werden:

a (siehe Textskizze 10)
In einem Schnitt, der von einer 1 jährigen weiblichen Ziege stammt, erscheint inmitten straffen Bindegewebes ein umschriebenes Knorpelblastem. Es zeigt alle Erscheinungen eines appositionellen und intussuszeptionellen Wachstums. Einzelne herdförmige Bezirke weisen in ihrer Peripherie flachgedrückte Chondroblasten in schalenförmiger Anordnung auf. Darunter weichen die Zellen durch vermehrte Zubildung von Matrix auseinander und nehmen kugelige Formen an. Im Zentrum drängen sich die vielgestaltigen Zellen dicht zusammen; ihnen ist ein Kranz flacher Knorpelzellen zugeordnet.



Cartilago cordis
Schnitt durch den Herzknorpel einer 1 jährigen ♀ Ziege.
Okular 12,5, Objektiv 25

5)

Der histologische Schnitt durch den Herzknorpel eines 1 1/2 jährigen Schafbocks macht deutlich, daß hier reifer Hyalinknorpel vorliegt. Die zahlreichen Knorpelzellen und -zellgruppen sind gleichmäßig verteilt. Das Knorpelstück geht am Rand fließend ins Perichondrium über. Bei polarisationsoptischer Betrachtung zeigen die feinen Kollagenfibrillen den Zustand sich kreuzender Systeme. In ihren Zwischenräumen liegen die Chondrone.

c)

Der Herzknorpel eines alten Ziegenbocks besitzt demgegenüber mehr die Charakteristika eines kollagenfaserigen Knorpels, ohne jedoch voll dem bekannten Bild eines Faserknorpels zu entsprechen. Die Knorpelzellen sind spärlich vertreten, teils kugelig, teils ellipsoidal. Nur in ihrer unmittelbaren Umgebung ist die Grundsubstanz homogen. Die schon bei normaler Durchleuchtung erkennbaren breiten Streifen durchflochtener Kollagenfasern beherschen die Interteritorialräume. Die Fasern sind breit und in ballenartige bis spiralige Wickelungen gelegt.

d) (siehe Textskizze 11)

Außer in den mit Alizarin angefärbten Aufhellungspräparaten habe ich eine Verknöcherung innerhalb des Herzskeletts auch in einem zuvor entkalkten histologischen Präparat gefunden, das von einer 1 3/4 jährigen weiblichen Ziege stammt. Um einen relativ weiten, mit Knochenmark und Fettzellen gefüllten Markraum legen sich in unregelmäßiger Dicke schmale Knochenbälkchen. An einzelnen schmalen Stellen des Knochenmantels sowie in größeren Bezirken außerhalb kommt Knorpelgewebe vor. Die in den Knochenbälkchen reihenartig angeordneten Osteozyten lassen den grundlamellenähnlichen Aufbau der dünnen Knochenschale erkennen.

Cartilago cordis

Schnitt durch den Herzknochen einer 1 3/4 jährigen ♀ Ziege.

Okular 12,5; Objektiv 6,3

4.5. Pars membranacea septi interventricularis

Die Beschreibung der Pars membranacea septi interventricularis, die sowohl wegen ihrer topographischen Lage als auch wegen ihres Gewebecharakters zum Herzskelett gerechnet wird, nimmt in der Humananatomie einen breiten Raum ein. Die Existenz dieses kleinen membranösen Bezirkes der Kammerscheidewand ist nach BERTOLINI (1955) schon seit 120 Jahren bekannt. In der Folgezeit wurde sie dann von fast allen mit dem Thema Herzskelett sich befassenden Anatomen untersucht und beschrieben.
Demgegenüber wird die Existenz des entsprechenden Kammerseptumabschnitts bei unseren Haustieren immer nur am Rande erwähnt. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, daß der membranöse Septumanteil nicht bei allen Haustierarten gleich deutlich ausgebildet ist. Nur Hund, Katze und Pferd haben eine der menschlichen Pars membranacea ähnliche durchscheinende Bindegewebsstruktur. Bei den Wiederkäuern hingegen ist der bindegewebige Septumbereich, der nach seiner Lokalisation in etwa der Pars membranacea des Menschen entspricht, muskulös überdeckt und zwar rechts vom M.subaorticus dexter und links vom M.subaorticus sinister. Er ist somit nicht durchscheinend. Weiterhin ist weder die entwicklungsgeschichtliche Ableitung noch die funktionelle Bedeutung, die der Pars membranacea septi interventricularis des Menschen zuge-

sprochen wird, auf die Verhältnisse bei unseren Haustieren zu übertragen.

HAHN (1908), JARISCH (1911), MARTIN/SCHAUDER (1938), FRICK (1956) und MAY (1970) haben die Pars membranacea septi interventricularis des Schafes beschrieben. Während HAHN (1908) angibt, daß die muskelfreie Stelle bei durchfallendem Licht zu erkennen ist, ist nach den anderen Autoren der Sehnenfleck wegen der Auflagerung von Muskulatur nicht durchscheinend. Am ausführlichsten hat sich JARISCH (1911) in seiner Arbeit 'Die Pars membranacea septi ventriculorum des Herzens' mit der Struktur der Kammerscheidewand bei den verschiedenen Haustierarten befasst. Auch die Verhältnisse beim Schaf sind hier ausführlich wiedergegeben. Die Beobachtungen von JARISCH (1911) werden durch meine eigenen Untersuchungen bestätigt.

Über die Pars membranacea septi interventricularis der Ziege ist in der Literatur nichts bekannt. Meine Untersuchungen ergaben, daß sowohl ihre Lokalisation als auch ihre Ausbildung mit den Verhältnissen am Herzen des Schafes übereinstimmen. Abweichungen sind individueller, nicht artspezifischer Natur.

Die Pars membranacea septi interventricularis ist somit bei Schaf und Ziege, wie auch bei den anderen Haustieren, wegen ihrer unmittelbaren Nähe zum Aortenursprung und wegen ihres tendinösen Gewebecharakters zum Herzskelett

zu rechnen. Die funktionelle Bedeutung ist den Verhältnissen beim Menschen nicht adäquat und entspricht auch nicht der Bedeutung der übrigen Herzskelettanteile. Eine gewisse passive Beteiligung am Mechanismus des Aortenkonus ist aber nicht auszuschließen.

4.6. Annexus interarterialis cordis (siehe Textskizze 9)

Truncus pulmonalis und Aorta werden in ihren Ursprungsabschnitten vom Epikardium umscheidet. In diesem Bereich liegen die Gefäßstämme dicht benachbart und sind mehr oder weniger gleichmäßig miteinander verlötet. Neben den lockeren interarteriellen Verbindungen lassen sich zusätzlich noch drei konzentrierte bindegewebige Schichten isolieren, die in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind.

Die am weitesten basal gelegene Verbindung ist interkonal in Höhe der beiden Vertices interarteriales gelegen. Hier sind Aorta und Truncus pulmonalis am engsten benachbart, ohne allerdings miteinander verwachsen zu sein. Zwischen den beiden Ventrices befinden sich Gewebeverdichtungen von auffallend derber Konsistenz. Diese Verdichtungen nehmen trotz individueller Unterschiede nahezu den gesamten interkonalen Bereich ein und dehnen sich bis zum Ursprung der A.coronaria sinistra aus, wo sie in Verbindung mit Fasern der Cartilago sinistra treten. Die anulären Strukturen sind in diesem Bereich verbreitert, so daß sie in die bindegewebige Verdichtung mit einbezogen scheinen. Ob der von SCHMACK (1974) bei Pferd und Rind beschriebene kreuzweise Faseraustausch zwischen den Anuli arteriosi auch bei Schaf und Ziege stattfindet, kann ich an Hand meiner Präparate nicht mit Sicherheit bestätigen.

Aus diesem Grund möchte ich auch nicht den von SCHMACK (1974) für diese Stelle gewählten Ausdruck 'Chiasma anuli fibrosi arteriosi' übernehmen, sondern umfassender von dem Annexus interarterialis cordis sprechen.

Die mittlere Ebene der interarteriellen Verbindung bilden lockere Bindegewebsfasern, die sich teils flächenhaft, teils bandartig organisieren. Sie verlaufen tangential zwischen Aorta und Truncus pulmonalis und inserieren einerseits unter Faserauffächerung direkt in der Adventitia des Truncus pulmonalis, andererseits nach schräg distalem Verlauf in Höhe des Ursprungs der Koronararterien in der Adventitia der Aorta.

a Ostium trunci pulmonalis;
b Ostium aortae;
c Ostium atrioventriculare dextrum;
d Ostium atrioventriculare sinistrum;
1 Pars dextra;
2 Pars sinistra der interarteriellen Verbindung; dargestellt in der mittleren Ebene;

Annexus interarterialis cordis

Die Pars dextra (1), deren bandartiger Charakter etwas deutlicher ausgeprägt ist als der der Pars sinistra (2) entspricht auf Grund ihrer Topographie andeutungsweise der beim Menschen beschriebenen Conussehne.

Die proximale interarterielle Verspannung stellt, wie bei allen Haustieren, auch beim kleinen Wiederkäuer, das an der Herzbeutelgrenze liegende recht kräftige Ligamentum arteriosum dar, welches durch Obliteration des embryonalen Ductus arteriosus entsteht.

Die Bedeutung der lockeren interarteriellen Verbindungen sowie der in drei Ebenen angeordneten, konzentrierten Bindegewebsstrukturen liegt wohl in der Sicherstellung der Herzaktion und hierbei vor allem des ungehinderten Blutaustritts. Jede Ebene isoliert betrachtet hat dabei ihre spezielle Bedeutung. Im basalen Bereich ist es die Einschränkung der Beweglichkeit der großen Gefäße an ihrem Austritt aus der Kammermuskulatur, in den beiden höheren Ebenen gilt es Gefäßflexionen zu verhindern.

4.7. Ligamentum aortico-venale cordis

Der am menschlichen Herzen als Tadaro'sche Sehne bekannte bandartige Faserzug zwischen Aorta, Sinus coronarius und V.cava caudalis ist auch bei unseren Haustieren in gleicher Weise ausgebildet. Nach seiner Topographie bezeichnet SCHMACK (1974) ihn bei Pferd, Rind und Hund als Ligamentum aortico-venale cordis. Diese Nomenklatur möchte ich auch für Schaf und Ziege übernehmen.

Das Ligamentum aortico-venale cordis inseriert unmittelbar am proximalen Rand des Arcus supraseptalis des Anulus fibrosus aortae und erhält Fasern aus dem anulären Gewebe, aus der Aortenwand und von der Cartilago dextra, wodurch diese drei Systeme zusätzlich vernetzt werden. Nach nahezu horizontalem Verlauf zwischen Septum interatriale und Septum interventriculare fächert es sich auf und dringt zwischen die hier parallel verlaufende V.cava caudalis und den Sinus coronarius ein. Es ergänzt dabei sowohl den Boden der V.cava caudalis als auch das Dach des Sinus coronarius. Seine Endfasern erreichen die Valvula venae cavae caudalis.

Das Ligamentum aortico-venale cordis verbindet das Zentrum der Herzventilebene mit der Aorta und dem Mündungsgebiet der großen Venen. Es trägt somit ebenfalls zum ungehinderten Blutfluß und damit zum ungestörten Ablauf des Herzmechanismus bei.

5. Diskussion

Es gibt nur wenige Arbeiten, die spezielle Hinweise auf das Herzskelett von Schaf und Ziege enthalten, so die von VAERST (1886), HAHN (1908), RETTERER/LELIEVRE (1912), JARISCH (1911), ZANNINI (1918), SCHICK (1921) und HAUSOTTER (1923). Die Verhältnisse beim kleinen Wiederkäuer sind bisher niemals gesondert für sich, sondern stets im Vergleich mit denen des Rindes dargestellt worden. Die vorliegende Untersuchung soll deshalb diese morphologischen Strukturen von Schaf und Ziege eingehender darstellen, und erst danach Unterschiede gegenüber anderen Tierarten herausstellen. Außerdem werden auf Grund der alters- und geschlechtsmäßigen Differenzierung des Untersuchungsmaterials Angaben zur Ausbildung des Herzskeletts in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht der untersuchten Tiere gemacht werden.

Das H e r z s k e l e t t , in Höhe der Herzbasis, die seit VON SPEE (1909) auch als Ventilebene bezeichnet wird, gelegen, stellt eine relativ formstabile Verbindung zwischen Herzmuskulatur und Klappenapparat dar. Zum Herzskelett werden folgende Bestandteile gerechnet: Die Anuli fibrosi arteriosi, die Anuli fibrosi atrioventriculares, die Pars membranacea septi interventricularis, die Annexus interarterialis cordis, das Ligamentum aortico-

venale cordis, und das Herzskelett im engeren Sinn, bestehend aus den Cartilagines cordis dextra et sinistra. Alle diese Binde- und Stützelemente stehen miteinander in Verbindung.

Die Bedeutung der Anuli fibrosi arteriosi als Verbundstruktur zwischen Arterienwand und konaler Ventrikelmuskulatur ist bei allen bisher untersuchten Haustierarten die gleiche. Dagegen sind die Anuli fibrosi arteriosi nicht völlig identisch mit der anatomischen, fuktionellen und entwicklungsgeschichtlichen Grenze zwischen den beiden Arterien und dem Herz, wie schon TANDLER (1913) und BENNINGHOFF (1930) ausführen.
Sowohl der Anulus fibrosus trunci pulmonalis als auch der Anulus fibrosus aortae weisen bei allen untersuchten Tierarten in jeder Altersstufe das gleiche Bauprinzip auf. In allen Fällen findet man eine girlandenartige Anordnung des Faserringes mit je drei kammerwärts gerichteten Bögen und drei gefäßwärts gerichteten Scheitelpunkten. Dieser girlandenartige Verlauf wird auch durch die speziell mit dem Anulus fibrosus aortae verbundenen Herzknorpel nicht beeinträchtigt. Ebenfalls für beide Faserringe identisch ist der Verlauf der Ansatzlinie der Semilunarklappen. Durch ihre jeden Anulus fibrosus arteriosus überkreuzende Anordnung trägt sie zur Stabilisierung

der arteriell-konalen Verbindung bei. Die von SCHMACK (1974) beim Rind beschriebene gewebskonzentrierte Sonderbildung der Anuli fibrosi arteriosi, das Filum tendineum intermedium, konnte ich dagegen beim kleinen Wiederkäuer nicht nachweisen. Bindegewebsverdichtungen befinden sich lediglich im Bereich der verbreiterten anulären Strukturen, die hier mit den basalen interkonalen Bindegewebsverdichtungen der Annexus interarterialis cordis in Verbindung stehen.Den Ausführungen von TANDLER (1913), daß die von ihm im Sinus valsalvae beobachteten leistenartigen Verdickungen der Wand nur im jugendlichen Alter auftreten, kann ich nicht zustimmen, vielmehr verhält es sich nach meinen Untersuchungen umgekehrt: die Verdichtungen treten erst bei Ziegen und Schafen im Alter von über zwei Jahren deutlich in Erscheinung. Die stabilisierende Funktion, die SCHMACK(1974) dem Filum tendineum intermedium zuspricht, wird beim kleinen Wiederkäuer wohl ausschließlich durch die beidseitige Auflösung und Verankerung der sehnigen Faserringe im benachbarten Gewebe, von BENNINGHOFF (1930) als das allgemeine Prinzip der Übertragung von Zugkräften im Organismus beschrieben, und durch die zusätzlich vernetzend wirkende spezielle Anordnung der Semilunarklappenansatzlinien erreicht.

Über den basalen Anteil der mehrschichtigen A n n e x u s i n t e r a r t e r i a l i s c o r d i s steht der Anulus fibrosus trunci pulmonalis mit dem Anulus fibrosus aortae in Verbindung. Dabei konnte ich anhand meiner Präparate nicht klären, ob es sich auch beim kleinen Wiederkäuer um einen echten interanulären Faseraustausch handelt, wie SCHMACK (1974) ihn für das Rind darstellt. Andere Autoren (z.B. JOSEPH 1858) betrachten den Anulus fibrosus trunci pulmonalis als völlig vom Herzskelett isoliert oder lediglich über die Conussehne locker mit diesem verbunden (BARGMANN/DOERR 1963). Die Annexus interarterialis cordis und die sie funktionell ergänzenden Strukturen, das Ligamentum aortico-venale cordis und der Sinus transversus, verhindern die ungleiche Verschiebung der konal-basalen Ursprungsstücke der großen Gefäße, die Flexion der großen Gefäße in ihren Anfangsteilen, und gewährleisten somit eine unabhängige Bewegung der beiden großen Gefäße gegenüber jener der Vorhöfe. Damit ergänzen sie sich gegenseitig in ihrer Aufgabe, die ungestörte Folge der Herzaktion sicherzustellen.

Die P a r s m e m b r a n a c e a s e p t i i n t e r v e n t r i c u l a r i s ist wegen ihrer Lage und wegen ihres Gewebecharakters ebenfalls zum Herzskelett zu rechnen. Auch ihr kommt eine Funktion im Mechanismus des Aortenkonus zu.

Betrachtet man die Ausbildung der Anuli fibrosi atrioventriculares vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus, so wird durch sie in der Klasse der Säugetiere zum erstenmal in diesem Bereich eine vollständige Trennung von Vorhof- und Ventrikelmuskulatur erreicht. Eine Ausnahme stellt lediglich jene schmale Muskelbrücke, das Atrioventrikularbündel dar, welches zum Reizleitungssystem zu rechnen ist. In allen anderen Tierklassen sind Vorhof- und Ventrikelmuskulatur teilweise oder vollständig miteinander verbunden, wie BONNET/PETER (1929), BENNIGHOFF (1933) und KÄMPFE/KITTEL/KLAPPERSTÜCK (1966) ausführen. Die limitierende Gewebestruktur der Anuli fibrosi atrioventriculares ist für beide atrioventrikuläre Ostien identisch und stellt jeweils einen in sich geschlossenen Ring dar. Die Ausbildung dieser Ringe unterliegt großen individuellen Schwankungen. Eine Abhängigkeit von Alter oder Geschlecht ist aber nicht gegeben. Das kreisförmige Bindegewebsband entsteht aus verschiedenen Quellen. Es enthält Bestandteile sowohl aus dem epikardialen Fettgewebe des Sulcus coronarius, von dem nach CLARA (1966) beim Menschen ab dem zweiten Lebensmonat die Bildung des fibrösen Herzskeletts ausgeht, als auch aus dem Interstitium der ventrikulären und atrialen Muskulatur. Außerdem verknotet sich ein großer Teil jener aus der Klappenplatte in den freien Rand der Kammermuskulatur einstrahlenden Fasern im anulären Gewebe.

Seit den Untersuchungen von TANDLER (1913) ist bekannt, daß die Anuli fibrosi atrioventriculares kein einheitliches Gebilde darstellen. SCHMACK (1974) beschreibt beim Rind eine fadenförmige Verdichtung, die proximal lumenseitig in das lockere Grundgewebe der Anuli fibrosi atrioventriculares eingelagert ist. Er bezeichnet diese Struktur als Filum anuli fibrosi atrioventricularis. Als Ursprung dieser Verdichtung sieht er die besonders starke Verflechtung von sich direkt fortsetzenden Faseranteilen wandständiger Chordae tendineae an und betrachtet das Filum demgemäß als ursprungsmäßig und funktionell zum Klappenapparat und nur topograpisch zu den Anuli fibrosi atrioventriculares gehörig. Eine noch weitergehende Feststellung trifft DEBRUNNER (1949). Er bezeichnet die Gesamtheit der Anuli fibrosi atrioventriculares als besonders dichte Verflechtung der Chordae tendineae und spricht dem Begriff Anulus fibrosus atrioventricularis ausschließlich topographische Bedeutung zu. Die von mir nachgewiesenen sehnigen Verdichtungen, die ebenfalls mit besonders deutlichen Verbindungen von Chordae tendineae und Anuli fibrosi atrioventriculares in Zusammenhang stehen, möchte ich wegen ihrer wechselnden Lokalisation und ihres uneinheitlichen Auftretens nicht mit einer bestimmten Nomenklatur bezeichnen. Wenn ich auch mit SCHMACK (1974) nur das selbständige, geschlossene Bindegewebsband als eigentlichen

Anulus fibrosus atrioventricularis ansprechen möchte, so ergeben sich doch bei meinen Untersuchungen am kleinen Wiederkäuer zwei von den Verhältnissen beim Rind abweichende Befunde. Die von HENLE (1868) zum erstenmal als Fila coronaria bezeichneten Ausläufer der Cartilagines cordis dextra et sinistra, für die SCHMACK (1974) beim Rind kein morphologisches Äquivalent findet, sind bei Schaf und Ziege deutlich als Verbindung zwischen Anuli fibrosi atrioventriculares und Herzskelett im engeren Sinn zu isolieren. Somit muß ich auch der Behauptung von SCHMACK (1974) widersprechen, daß die dem rechten und linken Herzen angehörenden Faserringe keine Verbindung miteinander eingehen. Die Verbindung der beiden atrioventrikulären Ringe über einen zentralen Bindegewebskörper ist in allen untersuchten Fällen eindeutig gegeben. Diese Konstruktion entspricht der Aufgabe der Anuli fibrosi atrioventriculares, Vorhöfe und Kammern gewebelich zu trennen und zugleich atriale und ventrikuläre Kontraktionsvorgänge zu isolieren. Die Aufgabe, als Ansatz für die ventrikuläre Muskulatur zu fungieren, wie es von einigen Autoren (z.B.SCHUBERT 1909, TANDLER 1913 und BECHER 1934) beschrieben wird, kommt dem eigentlichen anulären Gewebe nur in sehr geringem Umfang zu. Demgegenüber haben die Anuli fibrosi atrioventriculares neben der Aufgabe der morphologischen und funkionellen

Trennung zusätzlich die Bedeutung einer bindegewebigen Verschiebeschicht. Zur Erfüllung dieser Aufgabe, wie sie von PUFF (1961) nachgewiesen wurde, trägt vor allem der schräg von oben außen nach unten innen gerichtete Einbau des Atriums in den proximalen Ventrikelraum bei, wie wir ihn hauptsächlich in den peripheren, vom Herzskelett im engeren Sinn freien Zirkumferenzabschnitten vorfinden. Im Gegensatz zu ACKERKNECHT (1941) der die Faserringe als ruhende feste Herzteile ansieht, zu denen hin oder von denen weg die Herzarbeit geleistet wird, ist heute nach Untersuchungen von PUFF (1960) bekannt, daß sich die Herzbasis, wie ein Pumpenkolben bewegt. Hieran ist der widerstandsarme fibröse Aufbau der Anuli fibrosi atrioventriculares, wie ihn SCHMACK (1974) auch für das Rind beschreibt, maßgeblich beteiligt.

Die H e r z b a s i s selbst bildet kein Planum, da die Ebenen ihrer vier Ostien gegeneinander abgewinkelt sind. Dabei ist die Reliefstruktur der Herzventilebene des kleinen Wiederkäuers relativ flach und verhält sich annähernd so wie die der Herzbasis des Rindes, die SCHMACK (1974) vermessen hat. Das Ostium trunci pulmonalis liegt am weitesten proximal, dann folgen nach distal das Ostium aortae, das Ostium atrioventriculare sinistrum und das Ostium atrioventriculare dextrum. Die beiden

Ostia atrioventriculares stehen bei senkrechter anatomischer Herzachse V-förmig zueinander, während das Ostium aortae und das Ostium trunci pulmonalis doppelt gegeneinander geneigt sind. Die Aorta ascendens und der Truncus pulmonalis folgen dieser Anordnung mit senkrecht dazu angelegter Verlaufsrichtung.

Ausschlaggebend für den ungestörten Ablauf des Herzmechanismus ist neben der Anordnung der gesamten Herzventilebene vor allem die topographische Lage des Ostium aortae und des Aortenkonus in ihrem Zentrum. Beim kleinen Wiederkäuer ergibt sich hier eine den Verhältnissen des Rindes sehr ähnliche Anordnung, und auch zwischen Ziege und Schaf bestehen keine tierartlichen Unterschiede, sondern nur solche individueller Art. Das Ostium aortae steht nahezu waagerecht über dem linken Ventrikel und nimmt mit der fast senkrecht verlaufenden Aorta ascendens schon in der Ruhephase eine für den Blutstrom fast optimale Position ein. Diese Anordnung findet sich wie beim Rind so auch bei Schaf und Ziege. Sie entsteht in erster Linie dadurch, daß entgegen den Verhältnissen z.B. bei Pferd und Hund (SCHMACK 1974) der nicht muskulöse, konale Zirkumferenzabschnitt, das Septum ventriculo-conale aortale, relativ groß ist und sich fast genau über dem linken Ventrikel befindet. Aus dieser Tatsache kann aber auch die Notwendigkeit einer skelettösen Stabilisierung dieses maximal weiten ventrikulo-konalen Durchgangs während der Herzaktion abgeleitet werden.

Das Herzskelett im engeren Sinn ähnelt insgesamt, wie alle bisher beschriebenen Anteile des Herzskeletts, den entsprechenden Verhältnissen beim Rind. Tierart-spezifische Unterschiede konnte ich auch zwischen Schaf und Ziege nicht feststellen; ebenso waren bei der vorliegenden Verteilung des Untersuchungsmaterials keine geschlechtsabhängigen Merkmale nachweisbar. Die makroskopischen Untersuchungen ergaben jedoch, daß sich die absolute Größe des Herzskeletts in seiner Entwicklung dem altersabhängigen Wachstum des Herzens anpaßt.
Hier befinde ich mich in Uebereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen von MUELLER (1976), der bei mitteleuropäischen Wildwiederkäuern keinen Einfluß des Geschlechtes auf die Größe des Herzknochens, sondern lediglich eine Wechselbeziehung zwischen Lebensalter und Herzknochenlänge feststellen konnte.
Zum Herzskelett im engeren Sinn gehören die Cartilagines cordis dextra et sinistra mit ihren knöchernen, knorpeligen und bindegewebigen Strukturen. Diese Anteile bilden gemeinsam einen funktionell und strukturell zusammenhängenden Komplex, der durch seine Verbindung zu den anulären Strukturen und durch seine topographische Lage als Zentrum der Herzventilebene angesehen werden kann. Er gehört morphologisch sowohl zum Aortenkonus als auch zu den beiden Herzkammern. In der Literatur wird als Zentrum des Herzskeletts häufig das Trigonum fibrosum dextrum angegeben, der bindegewebig ausgebildete Zwickel zwischen Anulus fibrosus aortae und den Anuli fibrosi atrioventriculares. Im Trigonum fibrosum dextrum oder im Anulus fibrosus aortae wird von den einzelnen

Autoren unterschiedlich das Auftreten von knöchernen oder knorpeligen Strukturen beschrieben. So weisen GROSSER (1901) bei den Mikrochiroptera und FRICK (1960) bei den Primaten z.B. das Auftreten von Knochensubstanz auch in der Pars membranacea septi ventriculorum nach. Allgemein stimmen die Autoren darin überein, daß die festeren Strukturen des Herzskeletts an den Stellen der stärksten mechanischen Beanspruchung lokalisiert sind.
Unter Berücksichtigung dieser Aussagen komme ich durch meine Untersuchungen zu der Auffassung, daß das Trigonum fibrosum dextrum nach seinem vorherrschenden Gewebecharakter beim kleinen Wiederkäuer als Trigonum fibrosum cartilagineum zu bezeichnen ist und sich im zentralen Teil der Cartilago cordis dextra wiederfindet. Seine Processus erstrecken sich zum einen zwischen Septum interatriale und Septum interventriculare, zum anderen umgreifen sie den Aortenkonus und stehen mit dem Anulus fibrosus aortae direkt in Verbindung. Hieraus erklärt sich auch die Tatsache, daß die im Anulus fibrosus aortae lokalisierten Knochen- und Knorpelstrukturen in der Literatur als Grundlage für die inserierenden Semilunarklappen angesehen werden. Dabei dürfte es sich nach meinen Ergebnissen allerdings nur um einen Nebeneffekt handeln, da der größte Teil der Herzknorpel außerhalb des Anulus fibrosus aortae und außerhalb der Gefäßwand lokalisiert ist.

Aus der Anordnung des Herzskeletts im engeren Sinn lassen sich die ihm zugeordneten unterschiedlichen Funktionen ableiten. Erstens bieten die Cartilagines cordis dextra et sinistra vor allem der septalen und Septum-nahen Ventrikelmuskulatur Ursprung bzw. Ansatz und ergänzen so die Trennfunktion der Anuli fibrosi atrioventriculares zwischen atrialer und ventrikulärer Muskulatur. Dadurch entstehen einerseits zwei getrennte Motoren für die Herzarbeit (BECHER 1934), andererseits wird die ventrikuläre Kontraktionskraft herzspitzenwärts konzentriert, so daß sich die gesamte Herzbasis wie ein Pumpenkolben in Richtung auf die Apex cordis bewegen kann (PUFF 1960). Schon VAERST (1886) weist darauf hin, daß nur durch diese Anordnung die diametral wirkenden Kräfte des Septum interatriale und des Septum interventriculare einen festen Angriffspunkt finden. VAERST (1886) kommt zu dem Schluß, daß die 'osteologischen Gebilde' dem Herzen zu seiner regulären Funktion verhelfen.

Zweitens besteht seine Aufgabe wohl in der Stabilisation des Aortenkonus, mit dem Ziel, eine optimale Bedingung für einen maximalen Bluttransport in kürzester Zeit, also eine maximale ökonomische Ausnutzung der Herzarbeit zu erzielen. Diese Aufgabe fällt vor allem den direkt um den Aortenursprung konzentrierten Anteilen des Herzskeletts, den Processus septalis ventriculo-conalis dexter und Processus septalis interventricularis

der Cartilago dextra und dem Trigonum cartilagineum der Cartilago cordis sinistra zu. Dieser Knorpelring stabilisiert den Aortenkonus und gewährleistet eine maximale Weite des Lumens während der einzelnen Herzphasen sowie einen Schutz vor unkoordinierten Zug-, Druck- und Kontraktionseinwirkungen. Da das Ostium aortae an der mechanisch am stärksten beanspruchten Stelle im Zentrum der Ventilebene liegt, ist diese Stabilisierung gegen einseitige Verzerrung und dadurch bedingte Behinderung des Blutflusses unbedingt notwendig. Für den Pulmonaliskonus erübrigen sich solche Formationen, da er in der Peripherie der Herzventilebene liegt und so von unkoordinierten Zug-, Druck- und Kontraktionskräften nahezu unbeeinflußt bleibt. Hier genügen die schon beschriebenen Vernetzungen über die Annexus interarterialis, um Beeinträchtigungen des Herzmechanismus zu vermeiden. SCHMACK (1974) hat in seiner Dissertation versucht, die morphologischen Unterschiede im Bau des Herzskeletts von Pferd, Rind und Hund durch folgenden Ursachenkomplex zu erklären: Ungleiche Lebensphysiologie bedingt ungleiche kardiale Leistungsanforderungen, dies führt zu ungleicher Ausbildung des Aortenkonus und somit zu ungleicher Struktur des Herzskeletts im engeren Sinn. Nach meinen Untersuchungen ergibt sich, daß dieser Gedankengang auch auf die Verhältnisse beim kleinen Wiederkäuer übertragen werden kann. Unterschiede im Bau des Herzskeletts, die nicht individueller Natur sind, treten zwischen Schaf

und Ziege nicht auf. Außerdem ist die Übereinstimmung in der Morphologie des Herzskeletts zwischen kleinen und großen Wiederkäuern einerseits und im Gegensatz zu Pferd und Hund andererseits so auffällig, daß ich auch deshalb der funktionellen Interpretation SCHMACK's folgen möchte.

Über den h i s t o l o g i s c h e n Aufbau des Herzskeletts gibt es in der Literatur zum Teil erheblich voneinander abweichende Angaben. Die Ursache hierfür liegt zum einen darin, daß nicht immer die gleichen Stellen des Herzskeletts untersucht wurden, die einzelnen Bestandteile aber entsprechend ihrer unterschiedlichen Funktionen auch sehr unterschiedliche histologische Strukturen aufweisen, zum anderen treten auch eindeutig tierartabhängige Variationen auf. Allgemein gültig ist wohl lediglich die Aussage, daß das Herzskelett aus Sehnen, Knorpel und Knochengewebe aufgebaut sein kann. Schon die bisherigen Literaturangaben zeigen, daß das Herzskelett im engeren Sinn alle Abwandlungen des Stützgewebes einzeln oder kombiniert oder ineinander übergehend aufweisen kann. Aus dieser Tatsache erklären sich auch die unterschiedlichen Angaben der Autoren, die von elastisch fibro-cartilaginöser Masse (JOSEPH 1858), über hyalinen Knorpel mit konzentrischer Lagerung der Knorpelkörperchen (SUSSDORF 1887), Knorpelkern aus hyalinem Fettknorpel (GROSSER

1901), hyalinem und fibrösem Knorpel (ANDERS 1920), nur Faserknorpel (SCHICK 1920), Knorpel- Knochengewebe ohne Perichondrium (ZIEN 1920), nicht klassifizierte Übergangsformen von vesiculösem Stützgewebe (BENNINGHOFF 1930) bis zu Knochenstäbchen mit Markraum (FRICK 1960) gehen, um nur einige Beispiele zu nennen. Ebenso stark variieren die Angaben über die Art der histologischen Transformation, die das Gewebe im Laufe seiner Entwicklung durchmacht. Hier reichen die Angaben von Versteinerung oder Inkrustation (zitiert nach RETTERER/LELIEVRE 1912) über zum Teil verkalkte zum Teil verknöcherte Knorpelzellen (DAASCH 1925), Kalkeinlagerungen ohne Knochenbildung (GSCHWEND 1931), Kalkeinlagerung oder Knochenbildung (BECHER 1934) bis zur chondralen Ossifikation (SCHMACK 1974). Als Ursache des Umwandlungsprozesses werden unterschiedliche Inanspruchnahme (STEINMÜLLER 1910), das Alter (BENNINGHOFF 1930) oder sogar pathologische Überbelastung (ACKERKNECHT 1941) angegeben. Detaillierte histologische Untersuchungen, die sich intensiv mit der Histogenese, der Struktur und der Alterstransformation des Herzskeletts befassen, variieren in ihrer Aussage ebenso stark wie die oben aufgeführten Beispiele. So beschreibt VAERST (1886) als erster, daß sich echtes Knochengewebe als Ersatz für ein knorpeliges Modell entwickelt, also eine enchondrale Ossifikation abläuft. Dagegen

bestreiten RETTERER/LELIEVRE (1912) die Existenz einer knorpeligen Vorstufe. Nach ihrer Darstellung differenziert sich aus der bindegewebigen Anlage je nach Tierart direkt fibro-elastische Interzellularsubstanz, hyaliner Knorpel oder knöcherne Grundsubstanz. ZANNINI (1918) läßt beide Möglichkeiten zu, während BARASA/GOBETTO (1957) ein Knorpelmodell beschreiben, welches anfangs durch ausschließlich enchondrale, später durch periostale Verknöcherung umgebaut wird. Dieses expansive Knochenwachstum soll bis zum Ende des zweiten Lebensjahres abgeschlossen sein, so daß danach der Herzknochen nur noch Erneuerungsprozessen unterliegt.

Meine eigenen histologischen Untersuchungen waren nicht darauf ausgerichtet, in diesen Streit um die Histogenese einzugreifen, sondern ausschließlich die makroskopischen Befunde hinsichtlich der Charakterisierung der beteiligten Gewebsarten abzusichern. Trotzdem konnte ich mich anhand der histologischen Präparate davon überzeugen, daß an dem Aufbau des Herzskeletts im engeren Sinn auch bei Schaf und Ziege mehrere Gewebsarten in zum Teil bisher nicht klassifizierter Mischform beteiligt sind. Vorherrschend ist im Zentrum der hyaline Knorpel in verschiedenen Erscheinungsformen. Seine im polarisierten Licht sichtbaren Kollagenfasern deuten in ihrem gerichteten

Verlauf auf eine Funktionsabhängigkeit hin. Das abstrahlende Bindegewebe ist straff und faserreich. Fast regelmäßig schieben sich zwischen die dem Knorpel benachbarten Faserbündel zu Reihen angeordnete chondroide Zellen ein. Im Falle des zusätzlichen Auftretens von Knochengewebe umschließen die schalenartigen Knochenbälkchen einen weiten Markraum. Meine Ergebnisse entsprechen damit weitgehend den Ergebnissen von MUELLER (1976) der bei den mitteleuropäischen Wildwiederkäuern überwiegend hyalinen Knorpel mit Uebergängen zum Faserknorpel fand, und daneben Herzknochen mit dünner Knochenwandung und großen mit Knochenmark gefüllten Lumen.

Meine Befunde reichen nicht aus, um mit ihrer Hilfe eine Alterszuordnung zu begründen. Sie deuten jedoch an, daß auch das Schaf- und Ziegenherz ein geeignetes Modell wäre, um zusätzliche Untersuchungen zur Histogene des Stützgewebes durchzuführen.

6. Zusammenfassung

1. Das Herzskelett wurde bei 28 Ziegen und 18 Schafen untersucht. Zum Herzskelett werden folgende Bestandteile gerechnet: Der Anulus fibrosus trunci pulmonalis und der Anulus fibrosus aortae, die zusammen auch als Anuli fibrosi arteriosi bezeichnet werden; der Anulus fibrosus atrioventricularis dexter und der Anulus fibrosus atrioventricularis sinister; die Pars membranacea septi interventricularis, die Annexus interarterialis cordis, das Ligamentum aortico-venale cordis und das Herzskelett im engeren Sinn, bestehend aus den Cartilagines cordis dextra et sinistra.

2. Tierartliche Unterschiede bestehen zwischen diesen beiden kleinen Hauswiederkäuern nicht. Die Ähnlichkeit mit den Verhältnissen beim Rind, im Gegensatz zu denen anderer Haustierarten, ist augenfällig.

3. Geschlechtsabhängige Unterschiede lassen sich am Herzskelett nicht nachweisen.

4. Altersabhängig ist lediglich die mit dem Herzwachstum korrelierende absolute Größe des Herzskeletts. Die gewebliche Zusammensetzung des Herzskeletts im engeren Sinn aus Bindegewebe, Knorpel und evtl.Knochen läßt nach meinem Material keinen sicheren Rückschluß auf das Alter des Tieres zu. Knorpel scheint bei alten Tieren faserreicher zu werden. Knochengewebe kann bei jungen Tieren vorkommen und bei alten Tieren fehlen.

6. Summary

1. The skeleton of the heart of twenty eight goats and eightteen sheep was examined. Following components are accounted to the skeleton of the heart: the Anulus fibrosus trunci pulmonalis and the Anulus fibrosus aortae, that together are also called the Anuli fibrosi arteriosi; the Anulus fibrosus atrioventricularis dexter and the Anulus fibrosus atrioventricularis sinister; the Pars membranacea septi interventricularis; the Annexus inter-arterialis cordis, the Ligamentum aortico-venale cordis and the skeleton of the heart in a strict sense, being made up of the Cartilagines cordis dextra et sinistra.

2. There are no animal specific differences between both small domestic ruminants. The similarity to the conditions found in cattle, contrary to those of other domestic animal species, is obvious.

3. Generical differences in the skeleton of the heart cannot be traced.

4. Solely the absolute size of the skeleton of the heart correlating to the growth of the heart is subject to age. From my material, in the textural composition of the skeleton of the heart in a strict sence, of connecting tissue, cartilage and possibly bones, no definite conclusion can be drawn to the age of the animal. Cartilago from old animals seems to become more fibrous. Bone tissue can be found in young animals, and missing in old animals.

7. Literaturverzeichnis

ACKERKNECHT,E.;1941 — Der Säuretierherz-Mechanismus. VI.Beitrag zur 'Anatomie für den Tierarzt' Dtsch.Tierärztl.Wschr.49,301-307.

ALBRECHT,R., 1957 — Zur Anatomie des Bovidenherzens (Untersuchung am Yak, Wisent, Bison, indischer Büffel, Zebu, Zwergzebu und Steppenrind). Morphol. Jb. 59, 574-605.

ANDERS, C., 1920 — Untersuchung über den mikroskopischen Bau der Aorta, Arteria pulmonalis, Vena cava cranialis und caudalis, und der Venae pulmonales des Rindes und Kalbes an ihren Austrittsstellen aus dem Herzen und ihrem Übergang in die Herzwand. Diss. med. vet. Dresden.

BARASA, A. / GOBETTO,A., 1957 — Il grande osso cardiaco dei Bovini istogenesi, struttura e trasformazioni con l'età. Extrait des Archives de Biologie, Tome LXVIII, Fascicula 4.

BARGMANN,W., 1963 — Bau des Herzens. In: Bargmann,W./Doerr,W., Das Herz des Menschen. Bd.I, 88-164, G.Thieme, Stuttgart.

BECHER,H., 1934 — Anatomie des Herzmuskels. Sonderdruck aus Klinik der Erkrankungen des Herzmuskels. X.Fortbildungslehrgang in Bad Nauheim

BENNINGHOFF,A., 1930 — Blutgefäße und Herz. In: W.v.Möllendorff, Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. VI/1,161-232. J.Springer, Berlin.

BENNINGHOFF,A., 1933 — Herz. In: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Bd.6, 467-556. Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien.

BENNINGHOFF,A./GOERTTLER, K., 1971 — Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Bd. 2. Urban und Schwarzenberg/München/ Berlin/Wien.

BERTOLINI, R., 1955 — Der histologische Bau der Pars membranacea der Herzscheidewand. Anat. Anz. 101, 209-218.

BISCHOFSBERGER,W., 1929 — Das Herz des Hasen. Diss. med.vet. Zürich.

BOBKE,A., 1920 — Untersuchung über den histologischen Bau des Wurzelgebietes der grossen Herzgefässe beim Pferd. Diss.med.vet. Dresden.

BONNET,R./PETER,K., 1929 — Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Paul Parey, Berlin.

CLARA, M., 1966 — Die Entwicklungsgeschichte des Menschen. Eddition Leipzig.

CRUVEILHIER, 1874 — Traité d'anatomie descriptive. Paris 1874.

DAASCH, T., 1925 — Die Herzknorpel des Schweines. Diss.med.vet. Berlin.

DEBRUNNER, H.U.,1949 — Der funktionelle Bau der Atrioventrikularklappen des Menschen. Acta Anat. VII, 132-153.

EGLI, P., 1927 — Das Herz von Cavia Cobaya. Diss. med.vet. Zürich.

FAVARO, G., 1912 — Sur les cartilages cardiaques des mammifères. Atti e Memorie della R.Accad.di Sienze,Lettere ed Arti in Padova, Vol. XXVIII.

FREY,H., 1867 — Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. Verlag Engelmann, Leipzig.

FRICK,H., 1956 — Morphologie des Herzens, In: Handbuch der Zoologie, Bd. 8/7/5. Walter de Gruyter, Berlin.

FRICK, H., 1960 — Das Herz der Primaten. In: Primatologia, III/2 Basel S.Karger New York.

GOLDMANN,F., 1920 — Anatomische Beschreibung des Herzens eines Flußpferdes verglichen mit dem Pferdeherzen. Diss. med.vet. Berlin.

GRAU,H./WALTER,P., 1967 — Grundriß der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere. Paul Parey, Berlin und Hamburg.

GROSSER,O., 1901 — Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems der Chiropteren. Anatomische Hefte, Bd.17,205-424.

GROSSMANN-HERRMANN,E.; 1923 — Über Herzknochen. Verh.Dtsch.Zool.Ges. 28, 41-42.

GSCHWEND,T., 1931 — Das Herz des Wildschweins. Diss. med.vet. Zürich.

GURLT, E.F., 1834 — Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haus-Säugetiere. Bd. 2, Berlin.

HAHN, A.W., 1908 — Beitrag zur Anatomie der Kammerscheidewand unserer Haustiere. Diss. med.vet. Bern.

HAUSOTTER, E., 1923 — Das Herzskelett der Haussäuger Pferd, Rind, Schaf, Schwein, Hund und Katze. Diss. med.vet. Wien.

HEMPEL, A.F., 1827 — Anfangsgründe der Anatomie des gesunden menschlichen Körpers. Theil 2. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen.

HENLE,J., 1868 — Handbuch der Gefäßlehre des Menschen. In: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen,Bd.III Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

JARISCH, A., 1911 — Die Pars membranacea septi ventriculorum des Herzens. Sitzungsber.Kaiserl.Akad.Wiss. Wien 120, 205-226.

JOSEPH,L., 1858 — Über die Ringe und Klappen des menschlichen Herzens. Virchow's Archiv für path. Anatomie und Physiologie u.für klin.Medizin.Bd.XIV, 244-270.

KATSCHINSKY,P., 1923 — Die Herzknorpel des Pferdes. Diss.med.vet. Bern.

KÄMPFE,L./KITTEL,R./ KLAPPERSTÜCK,J.,1966 — Leitfaden der Anatomie der Wirbeltiere. VEB G.Fischer, Jena.

KERN,A., 1926 — Das Vogelherz. Diss.med.vet.Zürich.

KERN,A., 1927 — Das Kaninchenherz. Morphol.Jb.LVIII,125-152.

KREHL, L., 1891 — Beiträge zur Kenntnis der Füllung und Entleerung des Herzens. Abh.d.Kgl.Sächs.Ges.d.Wiss., math.-phys.Klasse Bd.17, 339-362.

LÖHE,B., 1957 — Zur Anatomie des Giraffenherzens. Morphol. Jb.98, 483-497.

LOWER, R., 1669 — Tractatus de corde. Early Science in Oxford by R.T.Gunther,Vol.IX. Oxford 1932.

MAC CALLUM, J.B., 1900 — On the muscular architecture and growth of the ventricles of the heart. Johns Hopkins Hosp.Rep.Vol.9, 307-335.

MAIER, A., 1904 — Vergleichende Untersuchungen über die elastischen Fasern des Herzens von Hund und Pferd. Diss. med.vet. Bern.

MALL, F.P., 1911 — On the muscular architecture of the ventricles of the human heart. Americ.Journ.of Anat.,Vol.11, 211-266.

MARTIN,P./SCHAUDER,W., 1938 — Das Blutgefäßsystem der Wiederkäuer. In:Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd.3,378-427. Verlag von Schickardt und Ebner, Stuttgart.

MAY, N.D.S., 1970 — The anatomie of the sheep. 3rd ed.Univ.Queensland Press, 49-53. St.Lucia, Brisbane, Queensland,

MOEHR, O., 1945 — Zur Anatomie des Biberherzens. Diss.med.vet. Zürich.

MUELLER, G., 1976 — Morphologische und metrische Untersuchungen an Herzen mitteleuropäischer Wildwiederkäuer (Cervus elapus, Capreolus capreolus, Capra ibex, Cervus dama, Rupicapra rupicapra) unter besonderer Berücksichtigung der Herzknochen als Mittel zur ALtersschätzung.

NOMINA ANATOMICA 1966 — 3rd ed., Excerpta Med.Found., Amsterdam-New York-London-Milan- Tokio-Buenos Aires.

NOMIA ANATOMICA VETERINARIA 1973 — Publ.by the Int.Comittee on Vet. Anat.Nomenclature of the World Ass. of Vet.Anat., 2nd ed., Wien.

ORSINI,M.W., 1962 — Technique of Preparation, Study and Photography of Benzyl-Benzoate cleared Material for embryological Studies. J.Reprod., Fertil.3, 283-287

POIRIER, P., 1902/1903 — Le cons sur le development du coeur. Gaz.de Hopitaux, Année 86, No.125

PREUSS,F., 1955 — Zur Nomenklatur am Herzen. Anat.Anz. 103, 20-37.

PREUSS, F., 1955 — Einheitliche Benennung am Herzen der Tiere und des Menschen. Zbl.Vet.Med. 2, 802-805.

PUFF, A., 1960 — Der funktionelle Bau der Herzkammern. G.Thieme, Stuttgart.

PUFF, A., 1961 — Über das Bindegewebssystem im Herzen. Verh.Anat.Ges. 1961, Erg.-H. zum 111.Bd.d.Anat.Anz. 81-83

RAUBER-KOPSCH, Fr.,1948 — Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Bd.II, G.Thieme, Stuttgart.

REINHARD, 1857 — Zur anatomischen und pathologischen Kenntnis der dünnen Stelle in der Herzscheidewand (Pars membranacea septi ventriculorum). Virchows Arch. Bd. 12, 129-143.

RETTERER,É./LELIEVRE,A., 1912 — Histogenèse du Squelette Cardiaque des Vertébrés. Comptes rendus Ass.Anat. Nancy, 37-48.

RETTERER,É./LELIEVRE,A., 1912 — Du Développement et de la Structure des Os du Coeur de quelques Ruminants. Comptes rendus de la Soc.de Biologie, 72, 371-373.

RETTERER,É./LELIEVRE,A., 1912 — Des Variations de Structure du Squelette Cardiaque des Vertébrés. Comptes rendus de la Soc.de Biologie, 72, 390-393.

RETTERER,E./NEUVILLE,H., 1912 — Squelette Cardiaque d'un vieil urs. Comptes rendus de la Soc.de Biologie, 72, 492-495.

SCHICK,H., 1921 — Der mikroskopische Bau des Ursprungs- bzw. Mündungsgebietes der großen Herzgefäße beim Schwein und bei der Ziege. Diss. med.vet. Dresden.

SCHILLER,H.J., 1957 — Das Herz des Löwen. Morphol.Jb. 100, 163-184.

SCHLIEMANN,E., 1831 — De dispositione ad haemorrhegias pernitiosas heriditaria. Diss.med. Würzburg.

SCHMACK,K.H., 1974 — Die Ventilebene des Herzens beim Pferd, Rind und Hund. Diss. med.vet. Giessen.

SCHUBERT,F., 1909 — Beiträge zur Anatomie des Herzens der Haussäugetiere. Diss. med.vet. Leipzig.

SCHUMMER,A., 1976 — Herz. In:Nickel,R./Schummer,A./Seiferle, E., Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. III, 17-75. Paul Parey, Berlin und Hamburg.

SCHWARZE,E./SCHROEDER,L., 1964 — Das Blutgefäßsystem. In: Kompendium der Veterinär-Anatomie. Bd.3, 3-105. VEB. G.Fischer Verlag, Jena.

SIMIĆ,V., 1938 — Zur Anatomie des Carnivorenherzens (Untersuchung an Feliden Hyaniden, Caniden, Procyoniden und Musteliden.) Morphol.Jb.82, 499-536.

SPANGL,S., 1932 — Zur Anatomie des Hirschherzens. Diss. med.vet. Budapest.

SPEE, F.Graf von, 1909 — Bemerkungen betreffend Spannung, Bewegung, Nomenklatur der Brustorgane. Verh.Anat.Ges.Anat.Anz. 34, 169.

STEINMÜLLER,G., 1910 — Segel- und Taschenklappen unserer Haussäugetiere. Diss. med.vet. Bern.

SUSSDORF,V.M., 1887 — Der Circulationsapparat. In: Ellenberger, Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugethiere. Bd.1. - Paul Parey, Berlin.

TANDLER,J., 1913 — Anatomie des Herzens. In: Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd.3/1, 1-292. G.Fischer, Jena.

VAERST, G., 1886 — Über Vorkommen, anatomische und histologische Entwicklung sowie physiologische Bedeutung der Herzknochen bei Wiederkäuern. Dtsch.Z.Tiermed.vergl.Path.13,46-71.

WELSCH,R., 1921 — Die Herzknorpel des Hundes und der Katze. Diss. med. vet. Berlin.

WOLFF, C.F., 1781 — Akten der kaiserlichen Akademie zu St.Petersburg 1781-1785.

ZANNINI, P., 1918 — Attorno all'ossificazione dell' anello fibroso aortico del Bos Bubalus. Atti della Societa dei Naturalisti et Matematici di Modena, Nr.4,32-41.

ZANNINI, P., 1918 — Contributo allo studio dei rapporti esistenti fra le valvole sigmoidee aortiche e le Ossa cordis del bovino. Atti della Societa dei Naturalisti et Matematici di Modena, Nr.5,7-10.

ZIEN, O., 1920 — Histologische Untersuchung über das Ursprungsgebiet der großen Herzgefäße bei Carnivoren. Diss. med.vet. Dresden.

Herrn Professor Dr.B. Vollmerhaus danke ich für die Bereitstellung des Themas dieser Arbeit und für seine stets gewährte Unterstützung.

Ebenso bin ich allen Mitarbeitern des Instituts, und insbesondere Frau Dr.H.Roos für ihre Hilfeleistungen zu Dank verpflichtet.

L E B E N S L A U F

Name	: Ingrid Aretz, geb.Schwick
Geboren	: 3.März 1951 in Wipperfürth
Eltern	: Bruno Schwick
	: Anna Schwick geb. Berster
Schulen	: 1957-1961 Volksschule,Wipperfürth
	: 1961-1966 St.Angela Gymnasium, Wipperfürth
	: 1966-1970 Gewerbliche Unterrichts-anstalten, Wuppertal
	: 1971-1974 Abendgymnasium, Wuppertal
Reifeprüfung	: 6. Juni 1974
Berufsausbildung	: 1966-1970 Ausbildung zur Biologie-laborantin
Ausbildungsbetrieb	: Bayer AG, Wuppertal
Gehilfenprüfung	: 22. Mai 1970
Eheschließung	: 31. August 1972 mit Knut Aretz
Kinder	: 13.August 1975 Tochter Frauke
	: 04.März 1981 Tochter Heike
Studium	: WS 1974/75 - WS 1979/80 Ludwig-Maximilians-Universität München; Tiermedizinische Fakultät
Tierärztliche Prüfung	: 19. November 1979
Approbation	: 12. Februar 1980

Das Thema der vorliegenden Arbeit wurde mir im Februar 1980 gestellt.